

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

IDALÉCIO PASCOAL JOAQUIM

AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DA QUALIDADE INTRÍNSECA DE DADOS NA
PLATAFORMA OPENSTREETMAP NA CIDADE DA BEIRA - MOÇAMBIQUE

CURITIBA

2020

IDALÉCIO PASCOAL JOAQUIM

AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DA QUALIDADE INTRÍNSECA DE DADOS NA
PLATAFORMA OPENSTREETMAP NA CIDADE DA BEIRA - MOÇAMBIQUE

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Ciências
Geodésicas, no Programa de Pós-Graduação
em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da
Terra, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dra. Silvana Philippi
Camboim.

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

J62a

Joaquim, Idalécio Pascoal

Avaliação multitemporal da qualidade intrínseca de dados na plataforma OpenStreetMap na cidade da Beira - Moçambique [recurso eletrônico] Idalécio Pascoal Joaquim. – Curitiba, 2020.

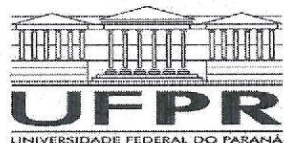
Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2020.

Orientadora: Silvana Philippi Camboim.

1. Mapeamento digital. 2. Sistemas de informação geográfica. 3. Ciclones. I. Universidade Federal do Paraná. II. Camboim, Silvana Philippi. III. Título.

CDD: 910.0285

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS
GEODÉSICAS - 40001016002P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS GEODÉSICAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **IDALÉCIO PASCOAL JOAQUIM** intitulada: **AValiação MULTITEMPORAL DA QUALIDADE INTRÍNSECA DE DADOS NA PLATAFORMA OPENSTREETMAP NA CIDADE DA BEIRA - MOÇAMBIQUE**, sob orientação da Profa. Dra. SILVANA PHILIPPI CAMBOIM, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa. A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 20 de Fevereiro de 2020.

SILVANA PHILIPPI CAMBOIM

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA)

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA)

Dedico este trabalho aos meus pais, Pascoal Joaquim João e Júlia Fernando, irmãos Sónia, Sérgio, Inalde, Madalena e Fernando, aos meus sobrinhos, Pascoal, Celso, Caíque, Idalécio e Náiron, pelo carinho dado durante a formação.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, a Deus pela saúde e vida.

Ao estado Moçambicano através do Instituto Superior Politécnico de Songo (ISPS) que me concedeu a bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, da Universidade Federal do Paraná pela abertura e oportunidade de formar-se.

A minha orientadora Professora Silvana Philippi Camboim, pela condução paciente desta pesquisa em todos os momentos.

Aos membros da banca na qualificação, Professor João Vitor Meza Bravo e Professora Luciene Stamato Delazari, e na defesa da dissertação que contou com a presença do Professor Márcio Augusto Reolon Schmidt, pelas sugestões dadas e disponibilidade para consulta.

Aos colegas do labcarto e do labgeo livre, Everton, Rafael, Gabriela, Jaqueline, Marciano, Elias, etc, pelas discussões e sugestões.

Aos colegas da turma 2018a, Túlio, Laís, Niedja, Fabricio, Leonardo e William, pelo companheirismo e enquadramento.

Aos meus colegas e amigos próximos Moçambicanos em formação na UFPR, Caísse, Jaime, Verônica, Marcelino e Mateus.

RESUMO

A avaliação da qualidade dos dados nos sistemas VGI tem sido caracterizada pela procura do estabelecimento de procedimentos metodológicos que sejam adequados no alcance de resultados em situações diversas. Esta pesquisa objetiva avaliar a evolução dos parâmetros de qualidade dos dados da plataforma OSM na cidade Beira em Moçambique, num período de cinco anos (2015 a 2019) e descrever as influências do processo de mapeamento colaborativo conduzido por razões de ocorrência de desastres e crises humanitárias; proceder à análise dos resultados sobre a sua qualidade em relação a outros parâmetros, como os dados demográficos. A pesquisa justifica-se pela necessidade de contribuir sobre o mapeamento colaborativo nos países em desenvolvimento e para o presente caso Moçambique dadas as dificuldades enfrentadas pela Agência Nacional de Mapeamento. A metodologia usada, tomou em consideração a completude em relação à rede viária e edificações, para posterior correlação com a densidade populacional. Os resultados encontrados apontaram para uma maior completude na evolução da rede viária para o ano 2019 (7.845 km), razoável em 2018 (3.159,77 km) e fraca para os anos 2017 (507.213 km), 2016 (400.476 km) e 2015 (669.698 km). Nas edificações, foi também maior em 2019 (186.892), razoável em 2017 (17.280). A completude em relação à densidade da rede viária e edificações foi maior nos bairros localizados à nível do centro da cidade e fraca nos bairros mais afastados considerados de expansão e menos povoados. Dada a finalidade que era estabelecer a correlação entre os parâmetros de qualidade e a densidade demográfica, os resultados apontaram para uma classificação razoável em 2019 (0,4) e fraca em 2018 (0,3) em relação a rede viária. Nas edificações ficaram em forte para 2019 (0,79) e fraca em 2018 (0,1). As atividades de mapeamento participativo da Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) sobre o ciclone Idai tiveram uma influência considerável na produção de dados para o ano 2019 em relação aos restantes anos no período de avaliação. A completude dos atributos é fraca, pois 13.839,5 km de extensão de vias não apresenta nomes e somente 836,34 km tem nomes, facto justificado pelo domínio da participação remota no mapeamento de feições sem o conhecimento local. Recomenda-se a necessidade de maior envolvimento da comunidade local, através de iniciativas junto às instituições de ensino e em comunidades vulneráveis a desastres naturais. Com vista a dar maior proveito as informações do mapeamento colaborativo, recomenda-se também a exploração de aspectos económicos, culturais e sociais na área de estudo considerando a sua influência sobre a realidade local.

Palavras-chave: OpenStreetMap. Mapeamento colaborativo. Informação Geográfica Voluntária, Ciclone Idai

ABSTRACT

The evaluation of the quality of the data in VGI systems has been characterized by demand for establishment of procedure methodologies that are appropriate in the scope of the results. This research aims to evaluate the evolution of the parameters of quality of data from OSM platform in Beira city within a period of five years (2015 to 2019) and describe the influences of the collaborative process conducted by reasons for the occurrence of disasters and humanitarian crises. And the correlation of the results on its quality with the demographic data. The research is justified by the need to contribute to research on the collaborative in developing countries and to the present case Mozambique given the constraints that the National Agency of Mapping is facing. The methodology used, took into account the completeness in relation to road network and buildings, for further correlation with population density. The results pointed to a higher completeness in the evolution of the road network for the year 2019 (7,844.77 m), reasonable in 2018 (3,159.77 km) and weak for the years 2017 (507,213 km), 2016 (400,476 km) and 2015 (669,698 km). The buildings were also higher in 2019 (186,892), reasonable in 2017 (17,280). The completeness in relation to density of roads and buildings was higher in neighbourhoods located at the center of the city and weak in more distant neighbourhoods considered expansion and less populated. Given that the purpose was to establish the correlation between the quality parameters and the demographic density, the results pointed to a reasonable classification in 2019 (0.4) and low in 2018 (0.3) in relation to the road network. The buildings remained strong for 2019 (0.79) and weak in 2018 (0.1). The activities of participatory mapping of hot on the cyclone Idai had a considerable influence on the production of data for the year 2019 in relation to the remaining years in the evaluation period. The completeness of the attributes is weak, because 13,839.5 km of extension of tracks do not have names and only 836.34 km has a name, a fact justified by remote participation in mapping features without local knowledge. It is recommended that the need for greater involvement of the local community, through initiatives together with institutions of education and in communities vulnerable to natural disasters. With a view to take greater advantage of the information of the mapping cooperated, it is also recommended that the exploration of economic, cultural and social issues in the area of study considering its influence on the local reality.

Keywords: OpenStreetMap. Collaborative Mapping. Voluntary Geographic Information. Cyclone Idai.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TRIANGULAÇÃO POR CAMPANHAS.....	27
FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS A ESCALA DE 1:100.000	28
FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS À ESCALA DE 1:250.000 E 1:50.000	29
FIGURA 4 - MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO NA PROVÍNCIA DE NIASSA	31
FIGURA 5 - REDE DE ESTAÇÕES PERMANENTES DOS SISTEMAS GNSS DE MOÇAMBIQUE (MOZ PERM)	32
FIGURA 6 - INTERFACE DA PLATAFORMA OPENSTREETMAP	40
FIGURA 7 - AMBIENTE DE TRABALHO DA FERRAMENTA TASKING MANAGER	44
FIGURA 8 - VISUALIZAÇÃO DE UM PROJETO COM BASE NO MAPA	46
FIGURA 9 - VISUALIZAÇÃO DE UM PROJETO COM BASE EM UMA IMAGEM	46
FIGURA 10 - CATEGORIAS E INDICADORES DE QUALIDADE INTRÍNSECA DA PLATAFORMA IOSMANALYZER	62
FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS	64
FIGURA 12 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	67
FIGURA 13 - PROVÍNCIAS E RESPECTIVAS CAPITAIS PROVINCIAIS	69
FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS REGIÕES	70
FIGURA 15 - EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA ETÁRIA.....	73
FIGURA 16 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	77
FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS ADMINISTRATIVOS E BAIRROS	79
FIGURA 18 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS DADOS OSM USADOS	83
FIGURA 19 - FLUXOGRAMA SOBRE AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE	85
FIGURA 20 - ORGANIZAÇÃO DA TABELA DE ATRIBUTOS DOS DADOS OSM USADOS.....	86
FIGURA 21 - MAPAS DA DENSIDADE ANUAL DA REDE VIÁRIA POR BAIRRO (a, b, c, d, e).....	95
FIGURA 22 - COMPLETUDE SOBRE A DENSIDADE ANUAL DAS EDIFICAÇÕES OSM POR BAIRRO (MAPAS a, b, c, d, e)	98
FIGURA 23 - COMPLETUDE DOS ATRIBUTOS DAS VIAS (NOME).....	101
FIGURA 24 - EVOLUÇÃO DA REDE VIÁRIA OSM NA CIDADE DA BEIRA (MAPA a, b, c, d, e).....	123
FIGURA 25 - ORGANOGRAMA DA DINAGECA	126

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR PROVÍNCIA.....	75
GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR CIDADE.....	76
GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO PELOS POSTOS ADMINISTRATIVOS	80
GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DA REDE VIÁRIA OSM ENTRE 2015 a 2019	91
GRÁFICO 5 - CONTAGEM DE EDIFICAÇÕES OSM ENTRE 2015 a 2019.....	93
GRÁFICO 6 - COLABORAÇÕES ANUAIS NO MAPEAMENTO DE VIAS	103
GRÁFICO 7 - COLABORAÇÕES ANUAIS NO MAPEAMENTO DE EDIFICAÇÕES	104

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - BASE CARTOGRÁFICA	34
QUADRO 2 - BASE CARTOGRÁFICA	34
QUADRO 3 - PARÂMETROS DE QUALIDADE SEMÂNTICA SEGUNDO A ISO:19157	53
QUADRO 4 - QUALIDADE NO MAPEAMENTO OFICIAL EM RELAÇÃO AO VGI ..	56
QUADRO 5 - RELAÇÃO QUANTITATIVA POR UNIDADE ADMINISTRATIVA	68
QUADRO 6 - POSTOS ADMINISTRATIVOS E BAIRROS	78
QUADRO 7 - CORRELAÇÃO DA REDE VIÁRIA.....	106
QUADRO 8 - CORRELAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ACNUR	Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados
ANM	Agência Nacional de Mapeamento
CENACARTA	Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção
DINAGECA	Direcção Nacional de Geografia e Cadastro
INE	Instituto Nacional de Estatística
HOT	<i>Humanitarian OpenStreetMap Team</i>
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IGV	Informação Geográfica Voluntária
INGC	Instituto Nacional de Gestão de Calamidades
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LABCARTO	Laboratório de cartografia
MICOA	Ministério para Coordenação da Ação Ambiental
MGAO	Missão Geodésica da África Oriental
MGM	Missão Geográfica de Moçambique
ONG	Organização Não Governamental
OSM	<i>OpenStreetMap</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SIG	Sistema de Informações Geográficas
VGI	<i>Volunteered Geographic Information</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	PROBLEMA DE ESTUDO.....	21
1.2	HIPÓTESE	21
1.3	OBJETIVOS	21
1.3.1	Geral.....	21
1.3.2	Específicos	22
1.4	JUSTIFICATIVA	22
1.5	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	24
2	REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO EM MOÇAMBIQUE	25
2.1.1	Período Colonial.....	25
2.1.2	Período Pós-Independência.....	30
2.1.3	Situação Atual do Mapeamento Sistemático.....	34
2.2	MAPEAMENTO COLABORATIVO	36
2.3	OPENSTREETMAP	38
2.3.1	Modelo Conceitual do OpenStreetMap	40
2.4	INTEGRAÇÃO DOS DADOS VGI AO MAPEAMENTO OFICIAL	40
2.4.1	Detecção de Alterações e Alertas de Erros - França	42
2.5	HUMANITARIAN OPENSTREETMAP TEAM - HOT	43
2.5.1	Criação de Projeto ou Campanha de Mapeamento	44
2.5.2	Descrição das Etapas de Criação de um Projeto de Mapeamento Via <i>Site leaf</i>	45
2.5.2.1	Criação de novo projeto	45
2.5.2.2	Escolha sobre a visualização do projeto (baseada no mapa ou numa imagem)	45
2.5.2.3	Preenchimento dos detalhes dos metadados sobre um projeto baseado no mapa ou numa imagem	47
2.5.3	Participação da HOT em Atividades Humanitárias	48
2.5.3.1	Mapeamento participativo e ferramentas de apoio para tomada de decisão na redução de risco a desastres naturais nas Filipinas.....	48
2.5.3.2	Mapeamento de comunidades vulneráveis na Indonésia.....	49
2.5.4	Iniciativas de Implementação de Sistemas VGI em África	50

2.5.4.1 Mapeamento de assentamentos de refugiados em Uganda	51
2.5.4.2 Resiliência Urbana à Inundação	51
2.5.4.3 Prevenção da Malária no Botswana	52
2.6 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS DADOS GEOESPACIAIS	52
2.7 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO VGI EM RELAÇÃO AOS DADOS OFICIAIS	54
2.7.1 Acurácia Posicional	54
2.7.2 Completude	54
2.7.3 Acurácia Temática	55
2.7.4 Acurácia Temporal	55
2.7.5 Consistência Lógica	55
2.7.6 Usabilidade	56
2.8 INDICADORES DE QUALIDADE DO VGI	56
2.9 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE NO VGI	59
3 METODOLOGIA	64
3.1 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	65
3.1.1 Contextualização da Área de Estudo	65
3.1.2 Localização de Moçambique	66
3.1.3 Principais Sistemas Meteorológicos	71
3.1.4 Hidrografia	72
3.1.5 Aspectos Socioeconômicos	72
3.1.6 Acesso a Tecnologias de Informação e Comunicação	74
3.1.7 Distribuição Espacial da População	75
3.1.8 Área de Estudo	76
3.1.9 Caracterização da Área de Estudo	77
3.1.9.1 Divisão administrativa	77
3.1.9.2 Aspectos socioeconômicos	79
3.1.9.3 Aspectos físico-geográficos	81
3.2 FONTES DE DADOS	81
3.2.1 Fontes de Dados Oficiais	81
3.2.2 Fontes de Dados OSM	82
3.3 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE	84
3.3.1 Evolução dos Dados OSM	85
3.3.2 Evolução da Rede Viária	85

3.3.3 Evolução das Edificações	86
3.3.4 Densidade da Rede Viária	87
3.3.5 Densidade de Edificações.....	88
3.3.6 Classificação das Vias	88
3.3.7 Número de Contribuintes	89
3.4 CORRELAÇÃO DOS DADOS.....	90
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
4.1 EVOLUÇÃO DA REDE VIÁRIA.....	91
4.2 EVOLUÇÃO DAS EDIFICAÇÕES.....	92
4.3 DENSIDADE DA REDE VIÁRIA.....	94
4.4 DENSIDADE DE EDIFICAÇÕES	97
4.5 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS	101
4.6 NÚMERO DE CONTRIBUINTES	102
4.7 INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES DA HOT SOBRE O MAPEAMENTO COLABORATIVO NA ÁREA DE ESTUDO	105
4.8 CORRELAÇÃO DOS DADOS.....	106
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	111
REFERÊNCIAS	112
APÊNDICE 1 – REDE VIÁRIA OSM	123
APÊNDICE 2 – ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL.....	126

1 INTRODUÇÃO

O atual momento que caracteriza o processo de produção da geoinformação tem a sua origem associada à evolução tecnológica baseada no conceito da *web 2.0* (GOODCHILD, 2007; GIRRES & TOUYA, 2010). Fase esta, em que os usuários da internet podem criar e compartilhar conteúdos (CORMODE & KRISHNAMURTHY, 2008).

Esta segunda geração da internet *web 2.0* deu lugar a novas formas de produção, uso e disseminação de geoinformação no campo da Cartografia, através do surgimento de plataformas de mapeamento colaborativo disponibilizadas em código aberto aos cidadãos, alterando desta forma os procedimentos clássicos antes sob responsabilidade das Agências Nacionais de Mapeamento (ANM) (GOODCHILD, 2007). Este processo de geração e uso das informações espaciais foi pela primeira vez designado por Michael F. Goodchild em 2007 de *Volunteered Geographic Information* (VGI) ou em português, informação geográfica voluntária. Embora possam ser encontradas outras terminologias designadamente, neogeografia, *crowdsourcing*, *citizen science* (COOPER, COETZEE & KOURIE, 2017), o termo VGI tem tido frequência em termos de sua aplicação na literatura (ELWOOD et al., 2012; SEE et al., 2016; FAST & RINNER, 2014).

O VGI torna-se relevante em situações em que se constata a falta ou desatualização de dados oficiais que possam ser usados em casos de crises humanitárias ou desastres naturais (HAKLAY et al., 2014). Este cenário é preocupante nos países em desenvolvimento onde o setor de mapeamento depara-se com problemas de fraco financiamento, dados desatualizados e com cobertura desigual (CAMBOIM, BRAVO & SLUTER, 2015), perda ou destruição de informação cartográfica devido a conflitos armados (ESTES & MOONEYHAN, 1994).

Por conseguinte, os sistemas VGI têm sido vistos e analisados de forma a servir como alternativa de fonte de dados, face às barreiras financeiras, administrativas e técnico-profissionais (CAMBOIM, BRAVO & SLUTER, 2015). Os exemplos de sistemas VGI que podem ser encontrados na literatura com frequência são, Wikimapia®, Openstreetmap (OSM) e o MapKibera (PARKER, 2012), mas o Openstreetmap (OSM) é considerado o projeto melhor sucedido na

aplicação geográfica (HAKLAY, 2010; GIRRES & TOUYA, 2010; NEIS, ZIELSTRA & ZIPF, 2011; ANTONIOU & SKOPELITI, 2015), sendo esta a fonte de dados nesta pesquisa.

A presente pesquisa tem como área de estudo a cidade da Beira localizada na província de Sofala em Moçambique. A Agência Nacional de Mapeamento (CENACARTA) neste país depara-se atualmente com dificuldades relacionadas à falta de recursos financeiros, fraca capacidade técnica no uso de novas tecnologias de mapeamento e um mapeamento sistemático caracterizado por uma base cartográfica desatualizada, cobertura desigual das cartas topográficas, falta de normas de padronização das informações geográficas e controle da qualidade (CENACARTA, 2006).

Esta situação torna difícil a tomada de decisão sobre medidas de prevenção, mitigação e planificação face à vulnerabilidade do país a eventos extremos caracterizados na sua maioria por cheias, ciclones e secas (MICOA, 2012) dada a sua localização geográfica. Considerando a localização costeira da Cidade da Beira, erguida numa área pantanosa abaixo do nível médio das águas do mar (MUCHANGOS, 1999), ciclicamente sofre inundações por invasão de marés altas, escoamentos superficiais à montante das bacias dos rios Búzi e Pungué assim como ciclones.

No dia 14 de Março de 2019, a cidade da Beira foi assolada pela passagem do Ciclone Tropical Idai, de Categoria 4, com ventos fortes (180 - 220 km/h) e chuvas intensas (mais de 200 mm em 24 horas), abrangendo também províncias e países vizinhos, tendo deixado esta urbe destruída em 90%, com mais de 600 vítimas mortais, 1.641 feridos e 1 milhão de pessoas necessitando de serviços essenciais de saúde (INGC, 2019).

Havendo necessidade de apoiar as atividades levadas a cabo pelas organizações envolvidas em atividades de resgate e assistência às populações desalojadas, foi ativada a Equipe Humanitária da Openstreetmap (HOT do inglês *Humanitarian Openstreetmap Team*), para a produção de uma base cartográfica sobre vias, edificações e cursos de água (HOT, 2019), dada a indisponibilidade destes dados junto às entidades oficiais. Como resultado desta tarefa da HOT, foram produzidas informações espaciais relevantes para auxiliar as atividades humanitárias de forma rápida para o banco de dados local.

As intervenções da HOT no âmbito do mapeamento colaborativo associado a crises humanitárias e desastres naturais, são desenvolvidas a nível global, tendo a sua primeira missão realizada no Haiti após a ocorrência do terramoto em 2010 (HOT, 2019). As campanhas de mapeamento colaborativo que são lançadas após ocorrência de um evento catastrófico ou crise ajudam na orientação de esforços com vista a assistir as populações necessitadas (SCHOLZ et al., 2018), mas, também contribuem na produção e enriquecimento de bancos de dados que podem ser posteriormente usados por entidades governamentais para diferentes finalidades (HAKLAY et al., 2014).

O uso das informações espaciais produzidas no ambiente participativo é determinado pelo conhecimento da sua qualidade, uma vez que são geradas por pessoas com pouco treinamento técnico (QUINN, 2017) ou sem educação formal em cartografia (BRAVO, 2017), não apresentam padrões e especificações técnicas (GIRRES & TOUYA, 2010; ANTONIOU, 2011), heterogeneidade na precisão dos dados e colaboradores (HAKLAY, 2010), diferentes tecnologias, ferramentas aplicadas e sua finalidade (ELWOOD et al., 2012; SENARATNE et al., 2017). Esta situação levou a necessidade de estabelecerem-se métodos e técnicas adequadas para a avaliação da qualidade dos dados VGI (FLANAGIN & METZGER, 2008).

Assumindo-se que os dados oficiais apresentam uma qualidade aceitável e seguem padrões reconhecíveis, os métodos de avaliação de qualidade do VGI propostos, consistiram na sua comparação com os dados oficiais produzidos pelas Agências Nacionais de Mapeamento (ANM) ou companhias comerciais, usando parâmetros de qualidade ISO (ANTONIOU & SKOPELITI, 2015). Das pesquisas desenvolvidas recorrendo ao método (extrínseco) de comparação entre dados oficiais e o VGI destaca-se o trabalho de Haklay (2010), que analisou a completude e acurácia posicional da rede viária OSM em relação à ANM do Reino Unido (*Ordnance Survey*), tendo constatado um deslocamento médio de 6 m dos objetos VGI em relação a sua posição real, assim como feições sem atributos. Júnior et al. (2015) analisaram a completude da rede viária OSM em relação à base cartográfica oficial da cidade de Curitiba, no estado de Paraná (Brasil), no período de 2013 e 2014, onde constataram o crescimento do VGI em 4,74% (213,75 km), contra 0,25% (1,14 km) da base oficial.

Girres e Touya (2010) examinaram os parâmetros de qualidade posicional e semântica dos dados OSM em relação à base de referência da ANM Francesa, tendo verificado flexibilidade na atualização dos dados VGI, mas com limitações para seu uso devido a heterogeneidades das fontes de dados, contribuintes e falta de seguimento de especificações técnicas. Neis, Zielstra e Zipf (2011), desenvolveram uma análise temporal (2007 - 2011), sobre a qualidade temporal, completude e consistência lógica da rede viária OSM em relação a uma base de dados comercial (Tom Tom) na Alemanha, tendo notado maior cobertura do OSM, embora com erros topológicos e falta de atributos.

Embora o método extrínseco tem apresentado vantagens para a avaliação dos parâmetros de qualidade no VGI, considerando que os dados oficiais apresentam uma qualidade aceitável (ANTONIOU & SKOPELITI, 2015), nem sempre estão disponíveis devido a restrições administrativas e altos custos de aquisição (MOONEY et al., 2010; HECHT, KUNZE & HAHMANN, 2013). Antoniou e Skopeliti (2015) apontam ainda para a diferença entre as normas ISO e WIKI que se baseia a natureza dos dados OSM caracterizada pela falta de especificações.

Diante destas limitações que caracterizam os dados oficiais, pesquisadores procuraram elaborar métodos intrínsecos que melhor se adequam aos indicadores de qualidade do VGI (BARRON, NEIS & ZIPF, 2014; ANTONIOU & SKOPELITI, 2015). Em situações que se verificam dificuldades na aplicação de normas ISO para avaliar a qualidade dos dados VGI, a literatura existente sugere o uso de indicadores baseados na fiabilidade, credibilidade, qualidade do conteúdo textual, imprecisão, conhecimento local, experiência, reconhecimento e reputação (SENARATNE et al., 2017). Goodchild e Li (2012) apresentaram uma metodologia de avaliação da qualidade do VGI baseada em três abordagens referentes a aspectos sociais, geográficos e colaboradores. Antoniou e Skopeliti (2015) propuseram um quadro de quatro (04) indicadores que podem servir de padrão para medir parâmetros de qualidade no VGI: i) dados; ii) demografia; iii) situação socioeconómica; e iv) contribuintes.

Haklay (2010), aplicando a lei de Linus concluiu que a correlação entre a densidade populacional em uma determinada área e o número de contribuintes pode afetar a completude ou a acurácia posicional dos dados VGI. Igualmente

Zielstra e Zipf (2010) constataram que a baixa densidade populacional tal é o caso de áreas rurais, pode ter influência na completude dos dados VGI. Camboim, Bravo e Sluter (2015) determinaram a completude e qualidade temporal da rede viária e edificações OSM com vista à sua correlação com os indicadores socioeconômicos e demográficos da região metropolitana de Curitiba em Paraná, Brasil. Tian e Zhou (2019) analisaram a evolução, completude e padrões espaciais do OSM na China, com base na densidade e contagem de edificações.

Com o objetivo de flexibilizar o processo de análise espaço-temporal da qualidade dos indicadores intrínsecos da OSM com base na sua evolução e histórico a nível global, Raifer et al. (2019) apresentaram a ferramenta OSHDB (*OpenStreetMap History Database* - banco de dados sobre o histórico da OSM); e Auer et al. (2018) a ferramenta *Ohsome*. Estas ferramentas foram usadas para a aquisição dos dados usados na análise dos parâmetros de qualidade da área de estudo. Para o caso da HOT, a avaliação da qualidade dos dados contribuídos durante uma crise ou desastre natural, segue um processo de validação que é feito por mapeadores experientes (HOT, 2020).

Apesar dos avanços verificados anteriormente sob a proposta de métodos de avaliação dos parâmetros de qualidade do VGI, a participação dos cidadãos nestas plataformas requer o acesso à internet, PC/laptop, receptor GPS ou *smartphone*, domínio da língua, disponibilidade de tempo, capacidade técnica (HOLLOWAY et al., 2007; NEIS et al., 2011). Estes fatores tornam-se significativos em países em desenvolvimento, sobretudo ao nível do hemisfério sul que se deparam com barreiras econômicas, sociais, políticas e infraestruturas no acesso e domínio tecnológico (GRAHAM et al., 2014).

Tomando em consideração estas barreiras, Quinn (2017) ao analisar o histórico de dados OSM em cidades pequenas constatou que a plataforma não estava a crescer em termos do número de usuários mesmo considerando o tamanho da sua população, pelo que a maioria das contribuições eram remotas. O autor tem como seu foco as pequenas cidades uma vez que a literatura disponível sobre pesquisa dos sistemas VGI está virada para as grandes cidades, sobretudo do hemisfério Norte, cuja dinâmica econômica, social, política e infraestrutura é diferente do sul.

1.1 PROBLEMA DE ESTUDO

Recorrendo às discussões feitas acima sobre os dados colaborativos é evidente o potencial dos sistemas VGI para o mapeamento oficial e desastres naturais ou crises humanitárias embora persistam desafios na sua adoção face a qualidade dos seus dados sobretudo considerando as características locais de cada área de análise. Assim sendo, o problema da presente pesquisa é apresentado em forma de seguintes questões:

Tomando por base os parâmetros de qualidade dos dados OSM na cidade da Beira entre os anos 2015 a 2019, quais as modificações que ocorreram na sua qualidade após as iniciativas da HOT?

Qual é o impacto do crescimento da população local no aumento da quantidade de edificações e vias mapeadas?

1.2 HIPÓTESE

Se a participação dos contribuintes no mapeamento em caso de ocorrência de catástrofe ou crise humanitária for predominantemente remota; se caso registe-se uma grande quantidade de dados sobre a área mapeada; se as ações de mapeamento forem conduzidas à distância, e não houver grupos de mapeadores locais criados, então os dados produzidos sobre edificações e vias terão boa representação geométrica com poucos topônimos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

A presente pesquisa tem como objetivo geral avaliar a qualidade dos dados OSM na Cidade da Beira, entre os anos 2015 a 2019, e a influência das campanhas da HOT nas atividades de mapeamento colaborativo relacionado à ocorrência do ciclone Idai.

1.3.2 Específicos

- Avaliar a completude da rede viária e edificações na área de estudo ao longo dos últimos cinco anos;
- Verificar a variação do número de contribuintes OSM na digitalização de vias e edificações neste período;
- Determinar a completude dos atributos sobre vias classificadas, pelo nome ou sem nome, para o ano de 2019;
- Correlacionar a completude de vias e edificações dos anos 2018 e 2019 em relação à densidade populacional por bairro da área de estudo;
- Descrever a influência das tarefas humanitárias da HOT sobre os projetos de mapeamento referentes ao ciclone Idai ao longo do período de evolução.

1.4 JUSTIFICATIVA

Avaliar a evolução dos parâmetros de qualidade dos dados OSM, numa determinada região e identificar os fatores que influenciam tal como é o caso da Cidade da Beira em Moçambique, visa entender o processo de produção local dessas informações geográficas ou limitações de seu uso assim como delinear estratégias para sua melhoria.

Os sistemas VGI são vistos com certo interesse devido ao seu potencial colaborativo, o que pode contribuir para a atualização das bases cartográficas do mapeamento oficial e alívio aos custos onerosos da sua produção (HAKLEY, SINGLETON & PARKER, 2008). Nos países em desenvolvimento, pode-se constituir em uma alternativa de fonte de dados, face ao baixo financiamento das ANM (CAMBOIM et al., 2015), fraca capacidade técnica e os meios tecnológicos (MORERI et al., 2018).

Considerando os problemas financeiros e administrativos inerentes a ANM em Moçambique, aliados à situação de vulnerabilidade a desastres naturais da área de estudo, torna-se necessária à identificação de alternativas menos onerosas e eficientes, que podem disponibilizar dados espaciais atualizados de forma flexível, de modo a auxiliar na tomada de decisão sobre ações de prevenção às catástrofes, assim como para o ordenamento do território. Embora em algumas cidades pequenas faltem iniciativas de criação de pequenos grupos

de mapeadores inseridos na comunidade local, instituições de ensino e pessoas com competências no mapeamento digital (QUINN, 2017), para refletir no mapa o conhecimento local sobre as informações contribuídas de forma a melhorar a qualidade.

Moçambique até maio de 2020 foi beneficiado com 64 campanhas de mapeamento humanitário, sendo 04 da HOT ligados ao ciclone Idai para a cidade da Beira e arredores, que resultaram a nível nacional no mapeamento de 711,255 edificações 63,342 km de vias e participação de 6, 015 mapeadores (HOT, 2020); o aproveitamento destas informações para diversas finalidades tais como podem ser, a gestão de calamidades, territorial e tomada de decisão, parte sobretudo pela avaliação da sua qualidade.

A importância de avaliar a qualidade dos dados colaborativos nos países em desenvolvimento, sobretudo em África deve-se ao crescimento de iniciativas de mapeamento motivadas por crises humanitárias e desastres naturais. São exemplos de algumas iniciativas, o mapeamento de reassentamentos de refugiados no Sudão do Sul e na Uganda pela HOT; mapeamento de áreas vulneráveis à inundações em Dar-es-Salam na Tanzânia pelo projeto Ramani Huria - HOT; mapeamento de assentamentos informais em Nairobi-Kenya pelo Map Kibera; mapeamento de áreas vulneráveis à inundações em Acra no Ghana pela HOT; mapeamento de assentamentos desordenados e favelas em Monrovia na Libéria pela HOT; mapeamento de habitações com vista ao monitoramento de casos de malária pela HOT; mapeamento de assentamentos para eletrificação rural na Tanzânia e Zâmbia.

Embora estes projetos tenham contribuído para a produção de dados geográficos valiosos para auxiliar as autoridades oficiais, ONGs e sociedade civil na tomada de decisão, capacitação das comunidades locais e reforço técnico de instituições no processo de mapeamento (HAKLAY et al., 2014; HOT, 2018), há pouca literatura sobre a avaliação da qualidade dos seus dados.

Quanto à dimensão académica, este trabalho pretende contribuir na orientação de estratégias de uso dos dados colaborativos do OSM, uma vez considerados alternativos aos problemas de insuficiência de dados de referência nos países em desenvolvimento, embora ainda existam poucos estudos de avaliação da sua qualidade. A análise dos dados VGI com destaque para OSM

fora do hemisfério norte ou em países em desenvolvimento tem sido realizada nas cidades grandes ou que atraem o interesse mundial e as pequenas passam negligenciadas, sendo que desempenham um papel econômico e social importante a nível local e regional (QUINN, 2017).

1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A organização do presente trabalho é constituída por cinco (05) capítulos:

No capítulo um é apresentada uma breve introdução do presente trabalho, abrangendo a problematização, a hipótese, os objetivos e a justificativa desta pesquisa, além desta seção com sua estruturação.

No capítulo dois, apresentam-se as discussões sobre a qualidade do mapeamento colaborativo em relação ao oficial e parâmetros intrínsecos de avaliação da qualidade. Também se faz uma descrição sobre a HOT e as iniciativas de mapeamento levadas à cabo em alguns países.

No capítulo três, a metodologia visa apresentar procedimentos metodológicos que possam responder aos objetivos levantados, recorrendo a princípio fontes de dados oficiais e VGI, aplicando técnicas de consulta web. Também são descritas técnicas de mensuração de parâmetros de qualidade tendo em conta os fatores que influenciam as atividades de mapeamento na área de estudo.

No capítulo quatro são apresentados os resultados e discussões desta pesquisa, buscando-se atender aos objetivos propostos.

Por fim, no capítulo cinco, são abordadas as considerações finais e contribuições desta pesquisa, além de recomendações para futuros trabalhos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO EM MOÇAMBIQUE

O mapeamento sistemático em Moçambique é descrito considerando dois momentos (CHARLES, 2012), sendo o primeiro enquadrado ao período colonial e o segundo após a independência.

2.1.1 Período Colonial

Este período foi caracterizado pelo estabelecimento de uma estrutura de base de apoio à cartografia, através da implantação de uma rede geodésica com vista a delimitação das fronteiras administrativas, construção de infraestruturas (SANTOS, 2012) e produção de cartas topográficas de acordo com as recomendações da Convenção de Londres de 1909 sobre a Carta Internacional ao Milionésimo em relação à padronização das escalas de mapeamento (PROJECTO CARTAFRICA, 2011). As atividades relativas a este momento foram realizadas no período entre 1907 a 1973 através do envio de missões científicas Portuguesas.

A infraestrutura geodésica implantada neste período compreendeu a rede de triangulação, nivelamento e gravimetria, levantados a partir de métodos clássicos usando instrumentos tais como, hélio (heliotropo), fio de invar, mais tarde pelo telurômetro e geodímetro para a medição de distâncias, teodolitos Wild T3, T4, nível Wild N3 para observações astronômicas, e gravímetro geodésico Worden Master (SANTOS, 2012). As triangulações eram compostas de vértices cujos lados, variam de 30 a 40 km de distância nas áreas de relevo montanhoso e planalto (região norte e centro) e de 15 a 20 km nas planícies (região sul), materializados a princípio por sapatas de concreto com garrafa ou bala de espingarda no centro e mais tarde, por pirâmides de concreto cuja altura variava de 4 a 1,20m (SANTOS, LIMA & QUEMBO, 2006)

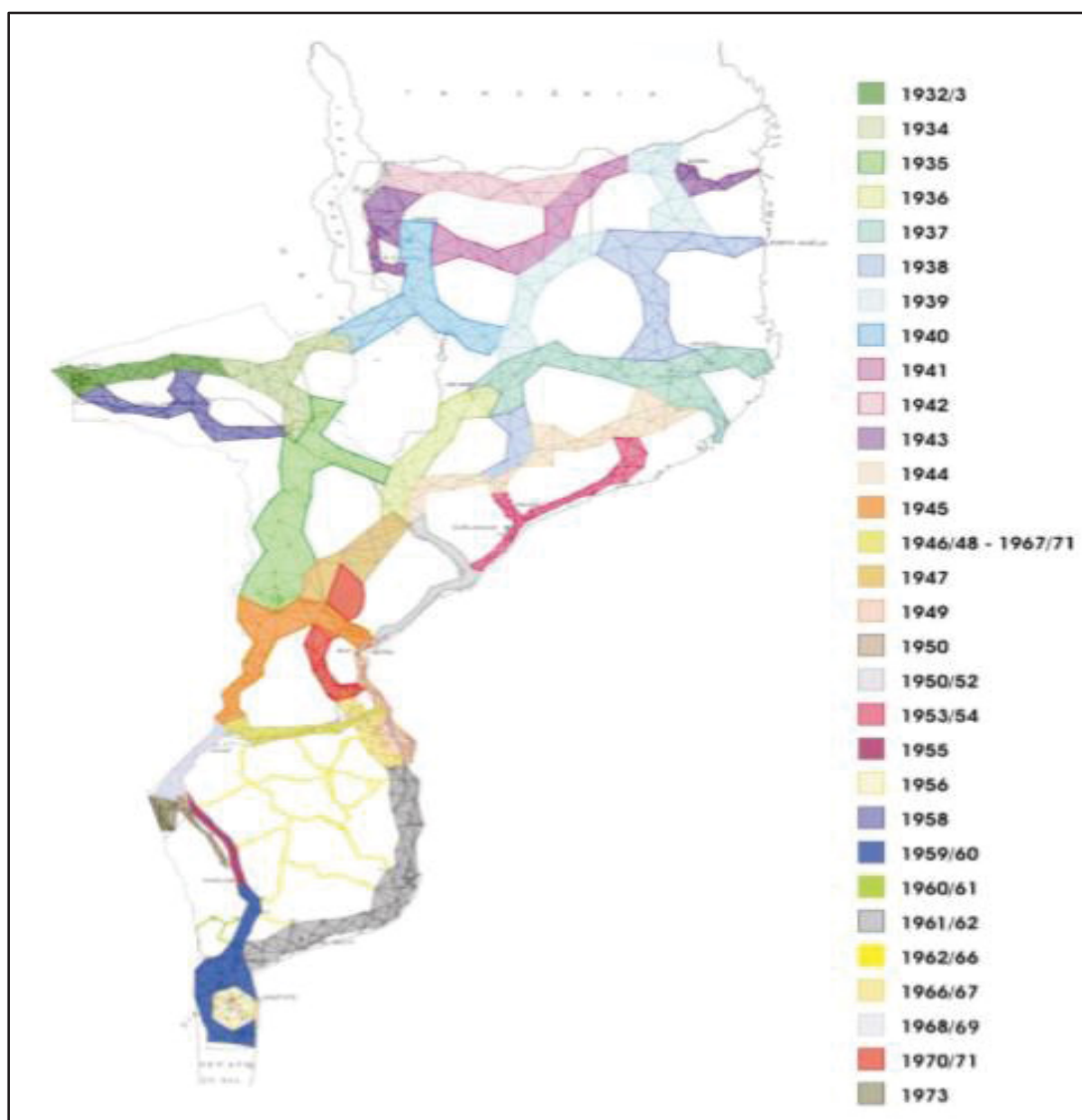
As primeiras atividades geodésicas, foram realizadas pela Missão Geodésica da África Oriental (MGAO), criada em 1907 pela comissão de cartografia de Portugal, sob orientação de Viegas Gago Coutinho (CRUZ, 2015). Até ao final de seu trabalho, em 1910, criou uma rede de triangulação apoiada em

83 vértices, com uma extensão linear de 800 km, cobrindo uma área de cerca de 40000 km² e duas bases (sendo uma em Manhiça e outra em Inhambane), com precisão angular no início equivalente à 2ª ordem europeia, e a partir de 1953, modificada para 1ª ordem, abrangendo a área costeira da região sul (SANTOS, LIMA & SANTOS, 2006).

Os trabalhos geodésicos foram retomados em 1932 pela Missão Geográfica de Moçambique (MGM), criada com o objetivo de dar continuidade às atividades de triangulação por todo o território a uma escala de 1/250.000, e estabelecer conexões com redes de países vizinhos. As atividades tiveram início a partir do norte do país através de várias campanhas, até a sua extinção em 1983, criando uma estrutura suportada por 644 pontos de primeira ordem, 77 de segunda ordem e 209 de ordem inferior, com 16 bases, sendo duas da MGAO, numa extensão de 9.000 km (SANTO, LIMA & QUEMBO, 2006).

Na FIGURA 1 abaixo é apresentado o mapa de cobertura territorial das campanhas de triangulação de 1932 a 1973.

FIGURA 1 - TRIANGULAÇÃO POR CAMPANHAS



FONTE: Santos (2012).

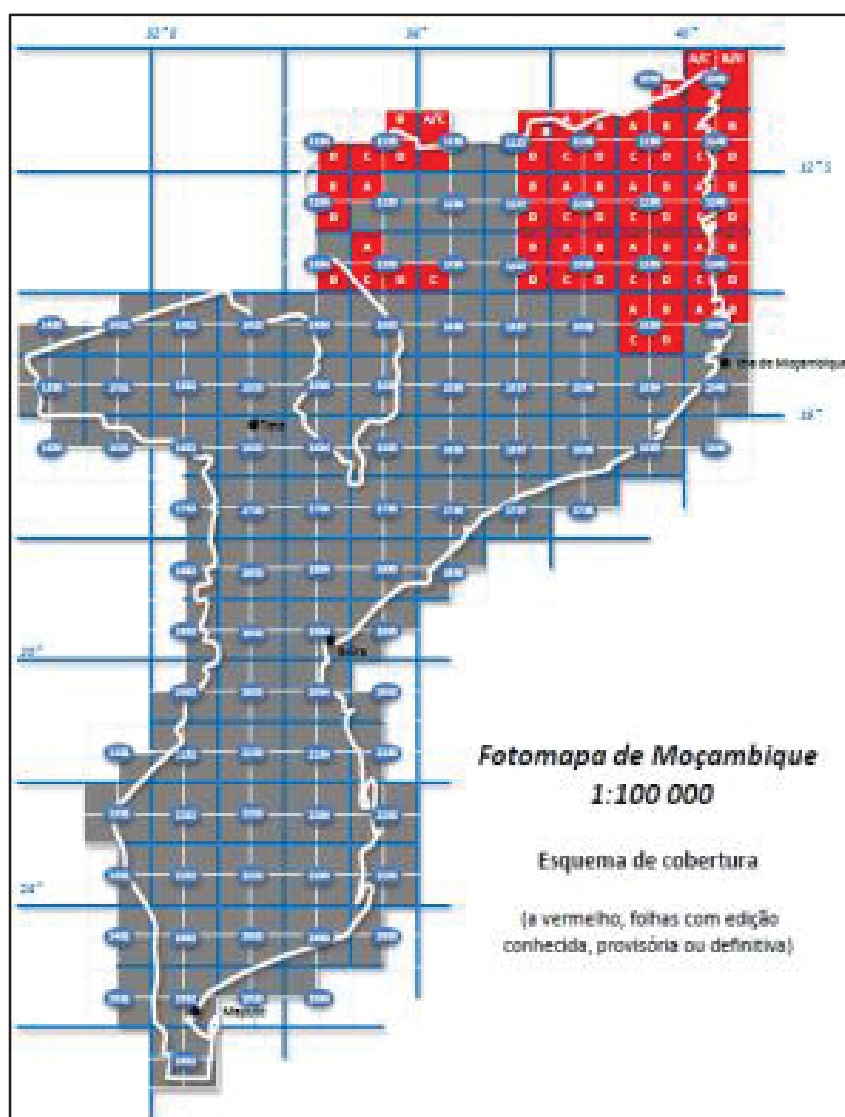
As operações para estabelecer a rede de nivelamento geométrico de alta precisão, foram iniciadas em 1956 a partir do marégrafo da cidade da Beira, com vista a orientar as atividades de construção da barragem de Cahora Bassa, tendo-se implantado para o efeito 6000 marcos, numa extensão de 5600 km. As operações de gravimetria, por parte da MGM, iniciaram em 1959, embora remontam a partir de 1818, tendo sido observadas 1307 estações gravimétricas, abrangendo maioritariamente a região sul (SANTOS, 2012).

Com a determinação das coordenadas e adopção do Datum Tete referente ao elipsóide de Clarke 1866 iniciaram as primeiras produções cartográficas em 1933, que resultaram na publicação da carta geral em escala de

1:500.000, composta por 23 folhas, mapas murais de 1:200.000, de hipsometria e divisão administrativa; e no período de 1961 a 1974 foram confeccionadas com urgência na região norte (províncias de Cabo Delgado, Niassa e Nampula), séries de cartas topográficas na escala de 1:100.000 para servir a interesses militares resultado do conflito de libertação colonial em decorrência na altura, num total de 64 folhas (PROJECTO CARTAFRICA, 2011), segundo apresentado na FIGURA 2.

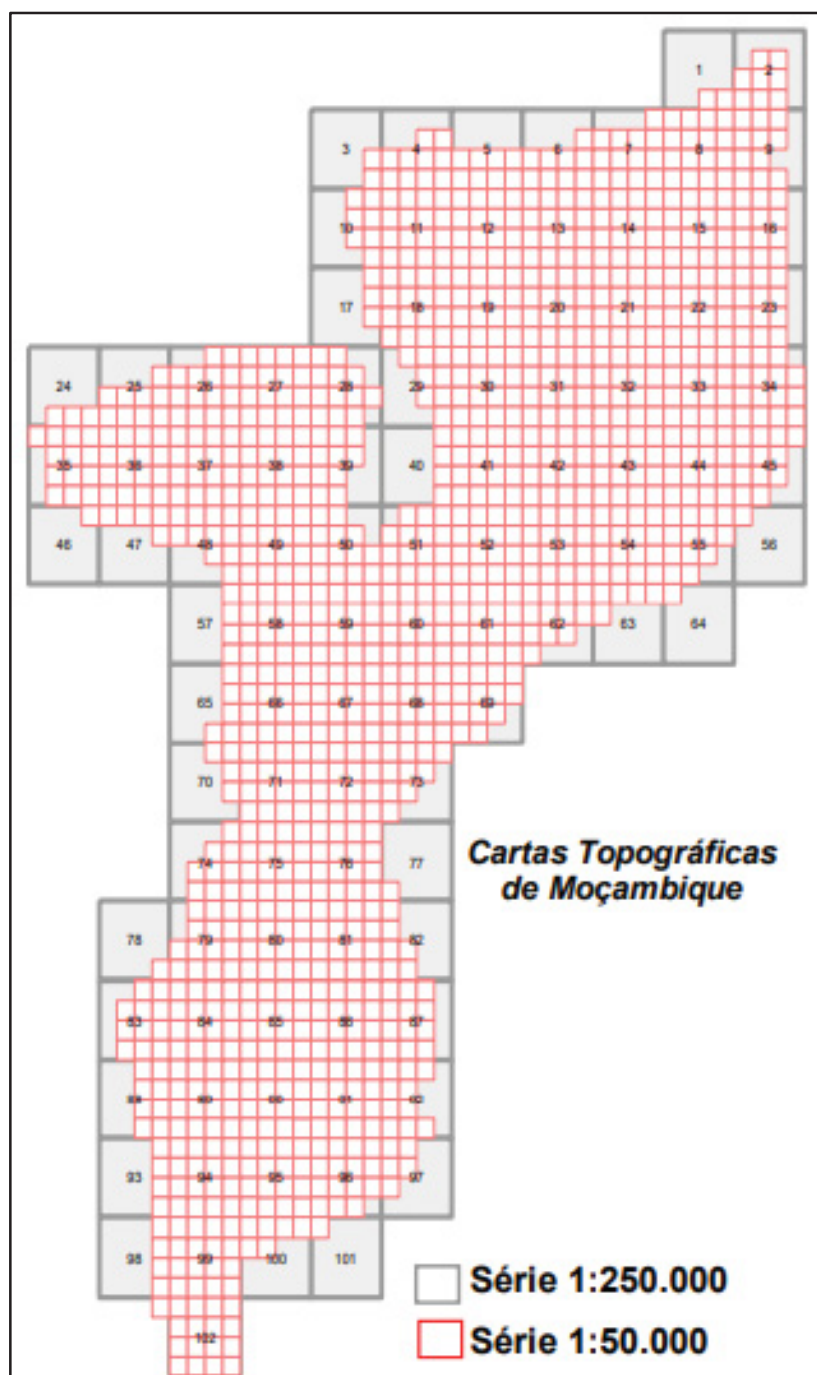
A série de 1:250.000 resultou em 102 folhas cobrindo todo o país e a série 1:50.000 em 1.207 folhas exceto partes da província de Niassa e Cabo Delgado sobretudo ao longo da fronteira (FIGURA 3).

FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS A ESCALA DE 1.100.00



FONTE: Projeto Cartafrica (2011).

FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS À ESCALA DE 1/250.000 E 1/50.000



FONTE: Projeto Cartafrica (2011).

As atividades geodésicas da MGM foram interrompidas em 1973 devido a fatores históricos que culminaram com a proclamação da independência de Moçambique em 1975, e toda informação geográfica produzida até aquela altura fora levada à Portugal para posterior trabalho de gabinete, e a Missão Geográfica de Moçambique integrada ao Centro Geodésico do Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) em 1983 (SANTOS, LIMA & QUEMBO, 2006).

2.1.2 Período Pós-Independência

Com a conquista da independência em 1975, os trabalhos de geodésia, cartografia, cadastro e teledetecção foram confiados à recém-criada Direção Nacional de Geografia e Cadastro (DINAGECA), pelo Ministério da Agricultura. Ver apêndice II sobre a organização interna da DINAGECA.

Com a criação do DINAGECA, Moçambique estabeleceu parceria com alguns países para reforçar a capacidade institucional em termos de meios e formação técnica, ajustamento da rede geodésica e aperfeiçoamento de novas tecnologias de posicionamento. Dentre estes com a França, em 1987 no âmbito do projeto de implantação de um “Centro de Teledetecção”, com vista a coordenar o uso de imagens satélite por parte de algumas instituições nacionais (CENACARTA, 2007).

Em 1991 estabeleceu-se um protocolo de cooperação entre os governos de Portugal e Moçambique através da DINAGECA e IICT (Instituto de Investigação Científica Tropical), com o objetivo de ceder o material cartográfico recolhido após a independência, revisão e ajustamento da rede geodésica, assistência e formação técnica. Entretanto estas atividades somente tiveram início no ano 2000 com a revisão da rede no Troço Buzi-Zimuala, uma vez que os vértices apresentaram uma precisão inferior à requerida (SANTOS, LIMA & QUEMBO, 2006).

De 1995 a 1996 efetuou-se observações com vista ao estabelecimento de uma rede GPS, denominada MOZ NET, pela 19 Special Team Royal Engineers (UK) e Joint Venture Norway Mapping of Mozambique, em colaboração com a DINAGECA. Esta rede foi constituída por 245 estações, sendo 8 absolutas e 237 relativas e 30 pertencentes a rede clássica, separadas de 100 a 150 km ao longo do território e 1km a 10km dentro das cidades visando ajustar a rede clássica definida pelo Datum Tete elipsoide Clarke 1866 (topocêntrico) à rede GPS, cujas coordenadas estão conectadas ao sistema geocêntrico WGS84/ITRF94. (SANTOS, LIMA & QUEMBO, 2006).

De 1998 a 2000, efetuou-se o mapeamento topográfico por uma companhia Japonesa em coordenação com a DINAGECA no âmbito do projeto JICA, na escala de 1:50.000 a oeste da província de Niassa, num total de 54

folhas correspondente a uma área de 33.423 km² (DINAGECA & JICA, 2000), cuja cobertura é representada na FIGURA 4.

FIGURA 4 - MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO NA PROVÍNCIA DE NIASA



FONTE: DINAGECA & JICA (2000).

Em 2006, com o advento da tecnologia GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), Moçambique criou uma rede geodésica permanente e de monitoramento contínuo composta por 11 estações (FIGURA 5) distribuídas pelo

mesmo número de cidades; implantadas pelo Centro Nacional de Geofísica da Universidade de Lisboa (CGUL) em colaboração com as autoridades cartográficas e hidrográficas de Moçambique e o Observatório Rádio Astronômico Hartebeesthoek da África do Sul, cuja gestão ficou sob responsabilidade do CENACARTA (MOZ PERM, 2000).

FIGURA 5 - REDE DE ESTAÇÕES PERMANENTES DOS SISTEMAS GNSS DE MOÇAMBIQUE (MOZ PERM)



FONTE: Mgn.rede-moznet.net (2019).

A extinção da DINAGECA em 2002 deu espaço para a criação de duas instituições, nomeadamente: I) Direção Nacional de Terras e Florestas (DNTEF), que integrou a parte de cadastro de terras e Centro Nacional de Cartografia; e II) Teledetecção (CENACARTA), que integrou a parte de cartografia (CENACARTA, 2007).

O CENACARTA foi criado pelos decretos 38/90, de 27 de dezembro, sob responsabilidade de coordenar todas as atividades de Teledetecção a nível nacional, e pelo decreto 48/2004, de 17 de Novembro, para integrar as áreas de Cartografia, Geodésia e Fotogrametria (CENACARTA, 2007); e tem como atribuições, a direção, planificação, coordenação e execução das atividades geocartográficas e de teledetecção em todo o território nacional

As suas competências consistem em:

- a) Executar e coordenar tecnicamente as atividades nos domínios da cartografia, geodesia, nivelamento, teledetecção, fotogrametria e fotografia aérea;
- b) Produzir, conservar, atualizar e difundir informação geográfica e cartográfica relativa ao território nacional;
- c) Adquirir e processar imagens de satélites de teledetecção, solicitadas pelos utentes;
- d) Organizar, manter e atualizar os arquivos e bases de dados de informação georreferenciada;
- e) Realizar estudos e prestar assessoria técnica e serviços, no domínio da sua competência, a entidades públicas e privadas;
- f) Promover e conduzir estudos e investigações de natureza técnica e científica relativos ao melhoramento de metodologias e tecnologias a serem empregues nos diversos domínios das suas atribuições;
- g) Cobrir o território nacional com redes geodésicas e plano-altimétricas de densidade e precisão adequadas;
- h) Realizar, em escalas adequadas, fotografias aéreas, mosaicos fotográficos, ortofotoplanos, cartas topográficas, temáticas e outras cartas especiais;
- i) Participar nos organismos técnico-científicos internacionais em assuntos relacionados com a sua área de atuação;
- j) Estabelecer padrões técnicos relativos a trabalhos topo-geodésicos e cartográficos;
- k) Garantir que os filmes relativos à cobertura aerofotográfica feita por empresas nacionais ou estrangeiras sobre o território nacional sejam processados no País;

I) Coordenar o processo de coberturas aerofotográficas a serem efetuadas em território nacional, devendo para o efeito obter das autoridades competentes todas as permissões e observar os demais procedimentos legalmente estabelecidos.

2.1.3 Situação Atual do Mapeamento Sistemático

Atualmente, o CENACARTA dispõe de um acervo cartográfico (QUADRO 1), composto por cartas topográficas e respectivas malhas vetoriais a escalas de 1:250. 000 num total de 102 folhas cobrindo todo o território nacional, 1:50.000 com 1.207 folhas de cobertura quase total faltando partes da província de Niassa e Cabo Delgado; inclui-se ainda malhas vetoriais das cidades de Maputo, Beira, Quelimane, Nampula e Pemba (QUADROS 1 e 2).

QUADRO 1 - BASE CARTOGRÁFICA

Base Cartográfica	Escala	Cobertura	Data
Cartas Topográficas digitais	1:250 000	Nacional	1960 - 1974
Cartas Topográficas digitais	1:50 000	Nacional	1960 - 1974
Cartas Topográficas analógicas	1:250 000	Nacional	1960 - 1974
Cartas Topográficas analógicas	1:50 000	Nacional	1960 - 1974
Vetor	1:250 000	Posto Administrativo	1996
Vetor	1:50 000	Posto Administrativo	1996
Vetor	1:5 000	Maputo, Beira, Quelimane, Nampula e Pemba	1996

FONTE: INE (2005), adaptado de Charles (2012).

QUADRO 2 - BASE CARTOGRÁFICA

Cidades	1:50 000	1:10 0000	1:25 000	Total
Maputo	58		15	73
Beira	35	21	14	70
Nampula	32		07	39
Quelimane	17		04	21
Pemba	09		04	13

FONTE: DINAGECA & JICA (2000).

A disponibilização destas informações é orientada pelo documento “Normas e Procedimentos de Fornecimento e Difusão de Informação Georreferenciada ao Público”, de 2006. Segundo este documento, a cedência de

informações geográficas (cartas topográficas) é restrita para escalas maiores, isto é, detalhadas, pois integram-se dentro da categoria das informações classificadas na “Lei de Proteção do Segredo Estatal”, ficando liberalizadas as de escalas pequenas e temáticas.

A sua solicitação, por parte de instituições estatais e/ou privadas, deve ter o visto do dirigente que as superintende a nível central (CENACARTA, 2006). Neste contexto, as informações geográficas disponibilizadas gratuitamente ao público pela agência nacional, através do geoportal encontram-se numa escala de 1:250.000 e são referentes à malha vetorial da divisão administrativa, rede viária, áreas de conservação, sismo, hidrografia e altimetria.

Atualmente, a agência oficial de mapeamento em Moçambique (CENACARTA), tem como desafios para área de cartografia: i) a modernização da cartografia sistemática nacional, através da aplicação de novas tecnologias; e ii) a atualização e produção de novas cartas topográficas à escala de 1:50.000 e 1:250.000 para as áreas não cobertas (partes da província de Niassa e Cabo Delgado), incluindo os novos limites administrativos e toponímia (CENACARTA, 2007).

Os problemas registados por esta instituição compreendem:

- Insuficiência de pessoal técnico qualificado para atender à crescente demanda por informação cartográfica fiável e atualizada, por parte dos diversos utilizadores (públicos e privados);
- Falta de diretrizes básicas e normas técnicas de padronização da produção em ambiente computacional/digital;
- Falta de mecanismos de controle de qualidade dos produtos gerados pelos diversos órgãos públicos e privados;
- Carência de recursos financeiros para o acesso aos dados e imagens satélite e meios adequados para apoiar o desenvolvimento do país.

2.2 MAPEAMENTO COLABORATIVO

A evolução tecnológica tem influenciado significativamente a forma de lidar com as geoinformação, desde a história da digitalização da informação geográfica no final dos anos 1960 e início da década de 1970, com o surgimento de sistemas computacionais primitivos (BURROUGH, 1986; COPPOCK & RHIND, 1991), e recentemente, a partir dos anos 2000, com a criação da *web 2.0* e baixo custo de meios de aquisição de dados espaciais (GOODCHILD, 2007). Estes momentos tecnológicos foram responsáveis por mudanças na maneira de se coletar, produzir e tratar informações geográficas, na medida em que se estabeleciam intersecções nos campos do conhecimento da Cartografia e da Computação, aplicados na avaliação de recursos naturais e planejamento territorial (BURROUGH, 1986).

O primeiro *software* de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que se tem registro foi criado em Canadá, em 1960, com o envolvimento do governo para mapear o uso da terra e produtividade agrícola, tendo contribuindo para um exercício de conversão de mapas em papel para o formato digital (HAKLAY et al., 2014). Isto não somente fez surgir investimentos governamentais visando desenvolver o setor de dados espaciais (BURROUGH, 1986), mas também criou interesses na pesquisa sobre avaliação dos processos que auxiliam as organizações na implementação do SIG e como garantir que o uso da informação geográfica digital seja feito de forma efetiva (HAKLAY, 2014). Este processo de integração e garantia de uso adequado das informações geográficas sempre constituiu uma preocupação no seio das organizações e dos pesquisadores com a emergência da tecnologia. Um segmento de pesquisadores que visa estudar novos tipos de dados geoespaciais e suas potencialidades vêm dando atenção especial ao mapeamento colaborativo.

O mapeamento colaborativo está vinculado a tecnologia da *web 2.0* (O'Reilly, 2005) e disponibilidade acessível dos sistemas de posicionamento global (GPS), computador e internet nos anos 2000 (HAKLAY, SINGLETON & PARKER, 2008), permitindo que indivíduos sem conhecimento formal em cartografia o produzissem e utilizassem. Os assim chamados “*Producers*” (BRUNS, 2006; COLEMAN et al., 2009) realizam contribuições de informações de dados

geoespaciais de forma voluntária. Os sistemas criados sob o modelo da *web 2.0* permitem a criação e disseminação ou partilha do conteúdo por parte do usuário (CORMODE & KRISHNAMURTHY, 2008). Nesse sentido, o conceito de *web 2.0* aplicado ao contexto das informações geográficas é chamado de *Geoweb* (HAKLAY et al., 2008; GÓMEZ-BARRÓN et al., 2016; ELWOOD, GOODCHILD & SUI, 2011; BUDHATHOKI et al., 2008; WEST et al., 2012; HAKLAY, 2014) e são exemplos desta natureza mais recorrentes na literatura, o Wikimapia, Ushahidi, OpenStreetMap. Esta forma de produzir dados voluntariamente através de plataformas *web* levou a introdução por Michael F. Goodchild, no ano 2000, ao termo '*Volunteered Geographic Information*' (VGI) ou Informações Geográficas Voluntárias (GOODCHILD, 2007).

Os sistemas VGI, quando comparados aos sistemas convencionais de produção de informação geográfica, diferem no respeitante ao conteúdo das informações, as tecnologias aplicadas na aquisição dos dados, qualidade, métodos, técnicas usadas e processos sociais relacionados com a sua criação e impactos (ELWOOD, GOODCHILD & SUI, 2011). Estes representam uma mudança no *modus* de produção, uso e disseminação das informações geográficas, que no passado estava sob comando de instituições estatais ou privadas ao domínio de profissionais de SIG.

A abordagem colaborativa ganhou espaço nos estudos de geomática pela sua aplicação ao mapeamento, vindo do campo de desenvolvimento de *softwares* cujo objetivo era criar aplicativos para certa intervenção em benefício comum, de código compartilhado para facilitar a sua avaliação, reuso e melhoramento (ANTONIOU, CAPINERI & HAKLAY, 2018). Os sistemas VGI podem constituir uma fonte complementar valiosa de informações geográficas que poderiam ser integrados aos dados oficiais, na criação ou atualização detalhada de malhas viária, hidrográfica, construções ou como sendo um mapa orientador após um evento extremo (desastre natural) assim como uma crise, tal como sucede com o esforço realizado pela Equipe Humanitária do OpenStreetMap (HOT - *Humanitarian OpenStreetMap Team*), (MINGHINI et al., 2017).

A produção das informações geográficas através das plataformas *web*, não só está relacionado com a conjuntura global do desenvolvimento tecnológico, mas também às restrições de dados espaciais pelas agências oficiais de

mapeamento que muitas vezes estão sob controlo militar ou civil (GOODCHILD, 2007; COLEMAN et al, 2009), assim como para responder às necessidades específicas não tratadas no mapeamento de referência (SLUTER, 2018), (por exemplo: mapas emocionais, de ruído, ciclovias, etc.). Nos países em desenvolvimento o QUADRO é mais preocupante, caracterizado por uma irregular cobertura de cartas topográficas desatualizadas como resultado de falta de financiamento falta de pessoal técnico qualificado, perda ou destruição das informações por conflitos armados, insuficiência de geoinformação para apoiar ações comunitárias, prevenção de desastres e planeamento do território (ESTES & MOONEYHAN, 1994; HAKLAY, 2014; CAMBOIM et al., 2015).

Também constitui motivação a dinâmica desequilibrada entre os espaços geográficos, segundo a avaliação de Haklay (2010), em que as áreas rurais são menos detalhadas quando comparadas às urbanas, que são aglomeradas. Observa-se que, quanto maior for o número da população, maior será a quantidade e qualidade da informação. Esta característica representa a forma natural de ocorrência de um sistema VGI, onde as pessoas descrevem o espaço que é do seu conhecimento.

2.3 OPENSTREETMAP

OpenStreetMap (OSM) é um dos exemplos do fenómeno VGI bem-sucedido e recorrente na literatura (FAN et. al., 2016; HELBICH et al., 2012; HAKLAY, 2010; ARSANJANI et. al., 2015; CORCORAN & MOONEY, 2013). O OSM é uma iniciativa de mapeamento colaborativo com objetivo de criar e fornecer dados geográficos gratuitos à escala mundial. Fundado em 2004 por Steve Coast, estudante de graduação em Ciência da computação na *University College London* (UCL), o projeto teve como palco do seu início o Reino Unido, mas devido ao seu potencial colaborativo e licenças gratuitas das informações, em contrapartida às restrições de dados por parte das entidades oficiais, rapidamente expandiu-se atraindo pesquisadores e ANM.

Os dados da plataforma OSM, são distribuídos abertamente sob a licença *Open Data Commons Open Database License* (ODbL), que reserva ao usuário

(público ou privado) o direito de copiar, produzir, partilhar e modificar a base de dados, mas referenciando a autoria ao OSM e seus colaboradores.

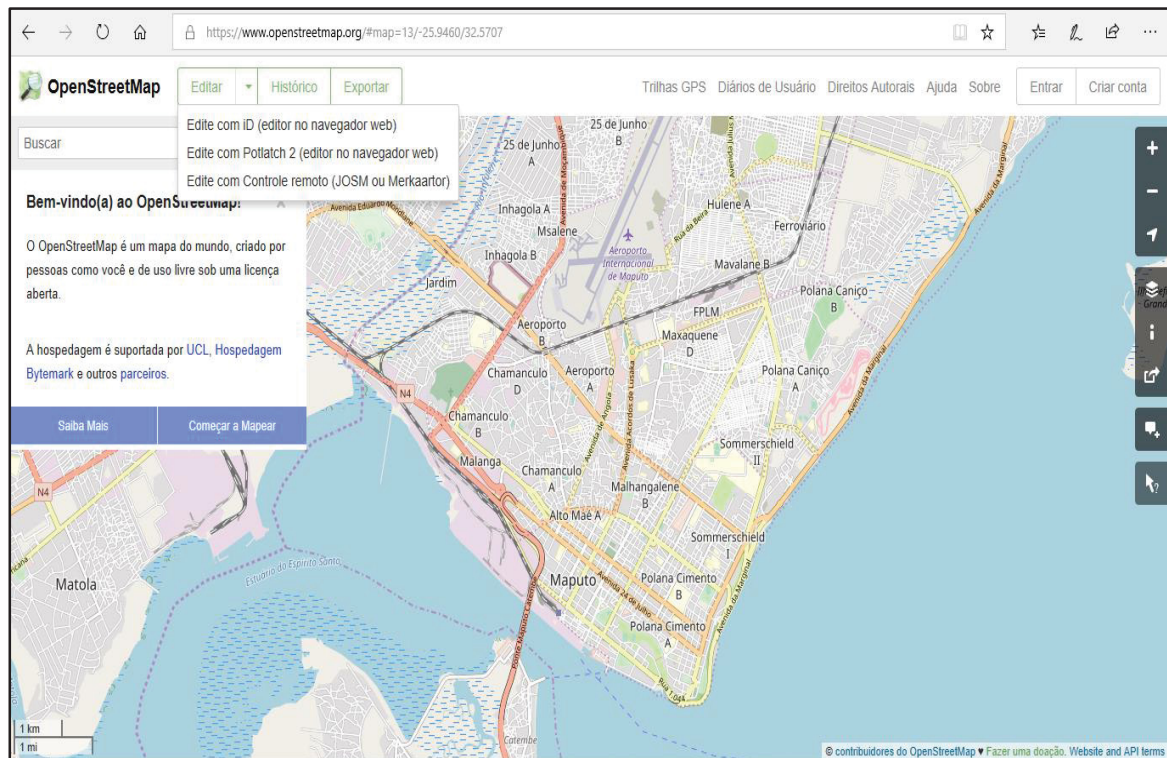
O uso de imagens e mapas do OSM para fins particulares é disponibilizado sob a licença *Creative Commons Attribution*, partilhando dos mesmos Termos 2.0 (CC BY - SA), que recomenda a devida acreditação através de uma conexão electrónica (*link*). Assim como a origem da informação, a partilha das informações é feita sob mesma licença da origem, e não se deve impor restrições ou medidas jurídicas que impeçam aos outros usuários. Estas particularidades, aliadas ao privilégio do conhecimento local dos seus colaboradores, que trabalham no mesmo mapa permitindo maior detalhe das informações, fazem do OSM diferente de outras plataformas como Google Map Maker, Wikimapia, Google MyMaps e Ushahidi.

O OSM até 22 de maio de 2019, contava com mais de cinco milhões de usuários registrados (5.425.771) a nível global, dentre instituições governamentais e colaboradores singulares que atualizam constantemente a sua base de dados (WIKI, 2019).

A produção de dados pelos colaboradores do OSM pode acontecer de diferentes formas, seja através do traçado de feições sobre as imagens satélite, a importação de dados de outras fontes (públicas ou privadas), coleta de dados por meio de GNSS, assim como também corrigindo nomes de uma rua ou localidade, privilegiando o conhecimento local.

O acesso à plataforma OSM é feito por meio do seu *browser* através do endereço (<<https://www.openstreetmap.org>>) onde, a partir da sua interface, o usuário pode registrar-se, fazer consultas de dados e informações, escolha de camadas, exportar dados e editar dados com auxílio de suas ferramentas, tais como iD, Potlatch 2 e Controle Remoto, conforme apresentado na FIGURA 6 sobre a interface OSM.

FIGURA 6 - INTERFACE DA PLATAFORMA OPENSTREETMAP



FONTE: OPENSTREETMAP (2019).

2.3.1 Modelo Conceitual do OpenStreetMap

Nos sistemas tradicionais de SIG, a primitiva gráfica no mapa é representada de três formas: I) Ponto: definido por um par de coordenadas (latitude, longitude); II) linha, ou *LineString*: traçado que representa uma estrada ou uma borda; e III) Polígono: conjunto de linhas que formam um único objeto com uma área fechada. Segundo a WIKI (2019), no OSM, os três conceitos são representados por elementos designados, "nós", "caminhos" e "relações" constituídos por um número de propriedades (etiquetas ou *tags*, em inglês) que descrevem as características de cada feição.

2.4 INTEGRAÇÃO DOS DADOS VGI AO MAPEAMENTO OFICIAL

As iniciativas de integração dos dados VGI aos dados oficiais constituem um processo recente testemunhado por pesquisadores (BUDHATHOKI et al., 2008; CRAGLIA et al., 2008; PARKER et al., 2012; OLTEANURAIMOND et al., 2017). Suas motivações são relacionadas ao potencial colaborativo para

atualização da base de dados oficiais face ao oneroso processo de produção tradicional, que frequentemente depara-se com a falta de financiamento, assim como o fato de os usuários serem conhecedores da realidade local (GOODCHILD, 2007; HAKLAY et al., 2014). Visa ainda fornecer uma fonte de dados centralizada e unificada que possa ser facilmente acedida por determinados grupos de utilizadores ou pelo público em geral, para apoiar nas atividades profissionais ou outras necessidades (MANGANO, 2013).

Motivados pelas vantagens desta evolução tecnológica, a agência oficial de mapeamento da Grã-Bretanha (*Ordnance Survey* - UK) integrou sistemas VGI com o propósito de estimular pesquisas que visam compreender as mudanças causadas pela participação de usuários voluntários na construção de bases cartográficas digitais, e as características referentes à sua qualidade (ANAND et al., 2010; PARKER, 2012; HAKLAY, 2010). Na mesma sequência, o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS - *United States Geological Survey*), entidade responsável pela produção do mapeamento oficial norte-americano, através do projeto “*The National Map Corps*” promoveu investimento no uso de VGIs para atualização das suas bases cartográficas, (BEARDEN, 2007).

Embora a implementação das iniciativas VGI para diversas finalidades (gestão do território, crises e desastres naturais), apresentarem resultados satisfatórios, a sua adoção ao nível das autoridades ainda está longe do desejado, pois a avaliação sobre a documentação da qualidade dos seus dados ainda continua sendo uma barreira (OLTEANU-RAIMOND et al., 2017). O que constitui uma preocupação na medida em que cresce a necessidade de geoinformação que podem ser útil na solução de problemas em Serviços públicos (bombeiros, proteção civil) assim como nas empresas privadas que usam ou produzem informações geográficas (MINGHINI et al., 2017).

Haklay et al. (2014) referem que a fraca adoção das informações coletadas voluntariamente pelos cidadãos por parte das entidades oficiais não está relacionada com a sua qualidade (completude, precisão), mas sim, provavelmente, com o processo de coleta de dados, práticas organizacionais, regulamentos e aspectos jurídicos que limitam a mudança.

Assim, Olteanu-Raimond et al. (2017) propõem três formas de mudança para que os governos possam adoptar cada vez mais o mapeamento colaborativo:

I) A formalização dos processos de coleta dos dados VGI, através do estabelecimento de protocolos que possibilitam o controlo e verificação de contribuições; II) O encorajamento para a colaboração entre governos a vários níveis, para permitir a produção de dados sem fronteira e redução de esforços; e III) A investigação do potencial colaborativo dos cidadãos no processo de VGI.

Para darem suporte a sua posição apresentaram exemplos de alguns países que recorreram ao VGI para auxiliar o mapeamento oficial, cujas iniciativas são apresentadas a seguir.

2.4.1 Detecção de Alterações e Alertas de Erros - França

Uma das atividades dos sistemas VGI proposta pelas ANM é a detecção de alterações e alertas de erros, com objetivo de corrigir erros e atualizar a base de dados oficiais através da incorporação de novas edificações, e vias rodoviárias (OLTEANU-RAIMOND et al., 2017). O *Institut National de L'information Geographique et Forestière* (IGN) da França, tem se empenhado desde 2008 na criação de aplicativos disponíveis em meios como a *web*, *smartphones* e SIG visando a comunicação de voluntários sobre alterações espaciais, erros e nomes vernáculos na sua base de dados (VIGLINO, 2009 apud OLTEANU-RAIMOND et al., 2017). As comunicações relatadas a partir do geoportal podem conter imagens como fotos ou esboços com base no mapa oficial.

De acordo com Olteanu-Raimond et al. (2017), as informações dos contribuintes são submetidas a um processo de verificação e validação por parte de inspetores que analisam aspectos referentes às especificações de dados, e as expectativas de qualidade com base nos indicadores de qualidade, verificação visual e comparação a diferentes fontes de dados, tais como municipais para a verificação da autorização de construções outros tipos de uso do solo. Ainda segundo estes autores, este processo serviu grandemente na correção geométrica dos dados oficiais através de um trabalho de campo desempenhado pelo cidadão.

Contudo, o potencial do mapeamento colaborativo não só é explorado no âmbito da atualização e correção das bases cartográficas das agências nacionais de mapeamento, mas também em ações humanitárias tal como acontece com a HOT, equipe do OpenStreetMap que se dedica a estas tarefas.

2.5 HUMANITARIAN OPENSTREETMAP TEAM - HOT

A HOT (Humanitarian OpenStreetMap Team), é uma equipe da Openstreetmap orientada para ações humanitárias. A sua intervenção é de escala global com vista ao alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) através do mapeamento aberto (HOT, 2020).

Estas ações em parte visam difundir o uso e criação de comunidades OSM. A HOT teve a sua primeira missão no Haiti a quando da ocorrência do terremoto em 2010, dando apoio em termos de capacitação e informações necessárias para auxiliar as atividades de assistência desenvolvidas pelas organizações humanitárias, entidades oficiais e grupos da sociedade civil (HOT, 2020).

As suas tarefas de mapeamento integram as seguintes áreas:

- Redução de riscos a desastres;
- Ambiente;
- Transporte;
- Eliminação da pobreza;
- Cidades sustentáveis;
- Energia limpa;
- Saúde pública;
- Igualdade de Género;
- Água e saneamento;
- Resposta à desastres e refugiados.

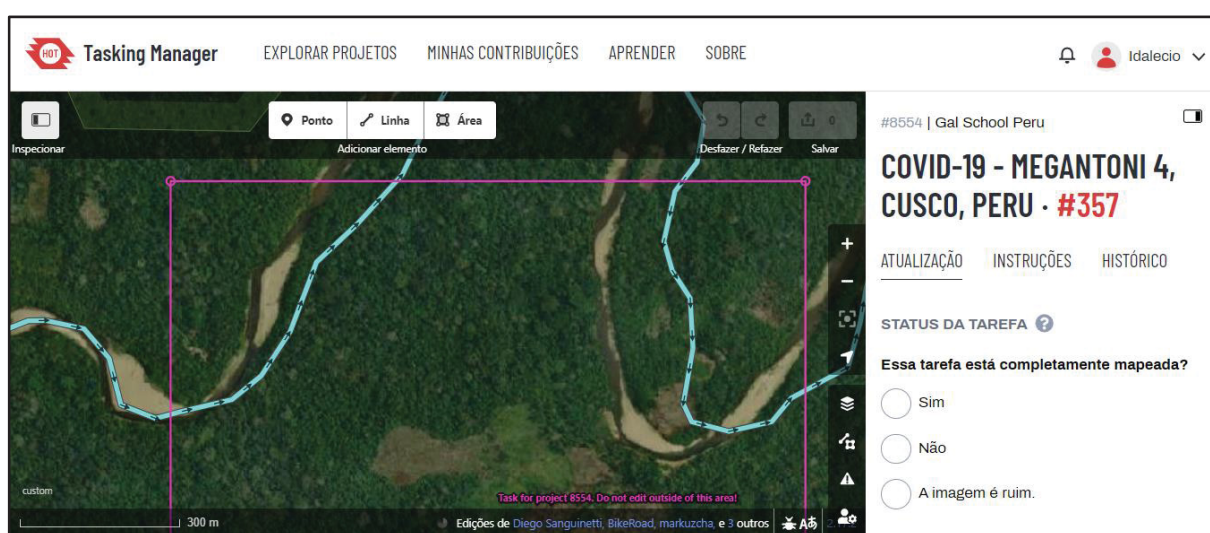
A HOT também apresenta um conjunto de ferramentas de uso livre com acesso a partir de uma conta, através das quais é facultada a edição de projetos de mapeamento, treinamento e guias, criação de um projeto ou campanha de mapeamento, disponibilização de dados, análises, uso de imagens, documentação técnica e de campo, visualização de alterações e plataforma de coleção de dados, designadamente:

LearnOSM; Training Center, OpenAerialMap, Tasking Manager, Map Campaigner, OpenMapKit, Maps.me, Field Papers, Portable OpenStreetMap (POSM), Export Tool, Humanitarian Data Exchange (HDX), OSM Analytics, Visualize Change;

Até ao mês de maio de 2020, a HOT tinha um efetivo de 179.569 mapeadores, 49. 486,337 edições, 41. 466,999 edificações mapeadas e 1.085,801 vias mapeadas. A maior parte destes dados são usados por instituições tais como *Medecins Sans Frontieres*, Banco Mundial, USAID, American Red Cross, British Red Cross e a Bing (HOT, 2018).

A participação no mapeamento e validação dos projetos existentes é feita a partir da ferramenta Tasking Manager representada pela interface da FIGURA 7 através de edições com recurso ao ID ou JOSM.

FIGURA 7 - AMBIENTE DE TRABALHO DA FERRAMENTA TASKING MANAGER



FONTE: HOT (2020).

2.5.1 Criação de Projeto ou Campanha de Mapeamento

A criação de projetos ou campanhas de mapeamento assim como editar conteúdos no website da HOT, é realizada através das interfaces Siteleaf ou GitHub acessíveis a partir da criação de uma conta de usuário, embora ambas estejam interconectadas. Mas, a siteleaf é usada como sendo a primeira ferramenta de gestão de conteúdo na página da HOT.

A exploração do website da HOT em termos de exibição de conteúdos, é feito considerando três níveis de usuários geridos via GitHub designadamente: administradores com acesso total aos ficheiros; editores que só podem criar páginas, postagens e tornar visível o conteúdo dos seus drafts; e subscritores que

também podem criar páginas e posts mas que são ocultados ou apresentados em forma de drafts (HOT, 2020).

Segundo o guia da HOT (2020) a criação de um novo projeto usando a plataforma site leaf deve ponderar o preenchimento de metadados sobre a área de impacto, título, país ou países abrangidos, duração, datas sobre o início e término, parceiros e contatos dos responsáveis, conforme é apresentado nas etapas a seguir:

1. Criação de um projeto novo;
2. Escolha sobre a visualização do projeto (baseada no mapa ou numa imagem);
3. Preenchimento dos detalhes dos metadados sobre um projeto baseado no mapa ou numa imagem.

2.5.2 Descrição das Etapas de Criação de um Projeto de Mapeamento Via *Site leaf*

2.5.2.1 Criação de novo projeto

Esta etapa compreende primeiro, a criação de uma conta de usuário na ferramenta site leaf, de modo que se tenha acesso às opções de criação do projeto e inserção dos metadados.

2.5.2.2 Escolha sobre a visualização do projeto (baseada no mapa ou numa imagem)

A visualização do projeto pode se realizar de duas formas, sendo a primeira baseada num mapa que possibilita a localização da área onde será implementado o projeto, e conectado ao banco de dados da ferramenta Tasking Manager para verificar o seu estágio atual, conforme segue na FIGURA 8.

FIGURA 8 - VISUALIZAÇÃO DE UM PROJETO COM BASE NO MAPA

Mapeando nosso mundo juntos hotosm.org

HOT Tasking Manager EXPLORAR PROJETOS MINHAS CONTRIBUIÇÕES APRENDER SOBRE

#5839 | Missing Maps

CYCLONE IDAI, MOZAMBIQUE: BEIRA BASEMAP

ARQUIVADO

Cyclone Idai · Moçambique

PRIORITY VALIDATION

HOT has activated to support the disaster response operations of several Missing Maps partners responding to the impact of Cyclone Idai in Mozambique. This project is to create a

TIPOS DE MAPEAMENTO

IMAGENS AÉREAS

Qualquer fonte disponível

352 contribuidores totais Última contribuição há 1 ano

Mapeador Intermediário

Visão geral · Descrição · Coordenação · Equipes e Permissões · Perguntas e comentários · Contribuições

Adicionar aos Favoritos Colaborar

FONTE: HOT (2020).

A segunda opção baseia-se no uso de uma simples imagem fotográfica (FIGURA 9), sobre o cenário do local de interesse acompanhada pelos detalhes dos metadados.

FIGURA 9 - VISUALIZAÇÃO DE UM PROJETO COM BASE EM UMA IMAGEM

WHAT WE DO OUR WORK TOOLS & DATA NEWS COMMUNITY & ORGANIZATION PARTNER WITH US GET INVOLVED

OSM SOUTH SUDAN: BUILDING AN INCLUSIVE MAPPING COMMUNITY

Community-Led · South Sudan · ACTIVE

OSM South Sudan will become the first OpenStreetMap community in the country, training individuals both in South Sudan, and South Sudanese refugees in Uganda, to map settlements affected by flooding.

2020 Microgrant

Every year, floods devastate South Sudan. This July, almost one million people needed life-saving assistance due to heavy rain leaving large swathes of the country underwater. Humanitarian and local organizations responding to the crisis need maps to know certain facts, like how many individuals are affected and how to reach them.

OSM South Sudan aims to build a representative, inclusive mapping community for all individuals. They will also work with

Impact Areas
Disaster Response

Partners
OpenStreetMap South Sudan

Duration
Ongoing

FONTE: HOT (2020).

2.5.2.3 Preenchimento dos detalhes dos metadados sobre um projeto baseado no mapa ou numa imagem

O preenchimento dos detalhes dos metadados sobre um projeto é determinado pela escolha da base a ser usada na sua visualização. Caso seja recorrido o uso de um mapa, deverão constar os seguintes detalhes:

1. Criar um arquivo em formato geojson através de um polígono sobre a área de interesse do projeto. A área de implementação do projeto, pode ser definida ao nível de uma cidade, região ou país;
2. Integrar o arquivo no formato geojson criado ao arquivo de projetos da HOT disponível no google drive com acesso público. Pode se integrar também outros arquivos de formato diferente, mas que sejam necessários ao projeto mediante sua conversão.

Assim que os ficheiros estiverem integrados ao arquivo da HOT no google drive, deve ser copiado o respectivo link para ser disponibilizado ao website a partir do site leaf usando a opção “**project_extent**”.

3. Integrar documentos do projeto ou do mapa adicionais, que podem ser visualizados na página. Esta etapa efetiva-se a partir da importação dos documentos para o arquivo da HOT disponível no google drive e o seu link conectado ao website através da site leaf.
4. Disponibilizar mecanismos de acesso, produção, visualização e análise dos dados, através de links interligados as respectivas ferramentas tais como, a Humanitarian Data Exchange (HDX), Tasking Manager Campaigns, etc.

Caso seja usada uma imagem retrato, os detalhes a preencher terão em consideração as seguintes etapas:

- Escolha de uma imagem adequada com base na sua qualidade e dimensão para ser inserida na página usando a função “*feature image*” no site leaf; e
- O logotipo do projeto ou do parceiro, liderança, país, área, duração, parceiros envolvidos e contatos dos responsáveis.

2.5.3 Participação da HOT em Atividades Humanitárias

As iniciativas VGI voltadas às intervenções humanitárias no OSM tiveram o seu primeiro exercício no terremoto ocorrido no Haiti, em 2010, onde foi mapeada a área afetada em menos de 48 horas para permitir resgates e assistência às vítimas, tendo contribuído para a criação de uma base de dados para ANM do país, uma vez que este não dispunha de tal informação (HAKLAY et al., 2014). A partir deste momento deu-se início a intervenções humanitárias no âmbito de mapeamento colaborativo, que se estenderam por outros países a nível global, tal como é apresentado nos exemplos a seguir.

2.5.3.1 Mapeamento participativo e ferramentas de apoio para tomada de decisão na redução de risco a desastres naturais nas Filipinas

Haklay et al. (2014), ao analisarem o uso de informações geográficas voluntárias no seio do governo, apresentam exemplos de iniciativas VGI tomadas por parte de instituições oficiais, em particular nas Filipinas, para a planificação de atividades de redução ao risco de desastres naturais.

O governo das Filipinas, através do seu Departamento do Interior e Governo Local (DIGL), em parceria com o Banco Mundial, HOT-Filipinas, Serviços geográficos do Japão (*GeoRepublic Japan*) e o Instituto de Ciência do Meio Ambiente para a Mudança Social (ESSC- *Institute of Environmental Science for Social Change*); lançou um projeto cujo objetivo consistia em colher dados por meio do mapeamento participativo para posterior análise das informações em um *software* de modelagem do impacto, o InaSAFE (*Indonesia Scenario Assessment For Emergencies*), com vista a apoiar as suas Unidades de Gestão Local (UGL) na preparação de planos de utilização de solos sensíveis (vulneráveis), auditorias estruturais de infraestruturas públicas e planos de contingência para catástrofe uma vez que não havia disponibilidade de dados detalhados para serem usados.

Para o efeito, foi criada uma equipe que integrou 6 voluntários do OSM para auxiliar as atividades de treinamento e assistência técnica aos 85 participantes das três regiões das UGL da província de Pampanga. A capacitação

consistiu sobre a coleta de informação de base utilizando a plataforma OSM e sua análise no InaSAFE (HAKLAY et al., 2014).

Esta iniciativa contribuiu na produção de bases cartográficas das áreas abrangidas, além de disponibilizar livremente informações geográficas relevantes para definir estratégias de gestão do território. Embora se esperava que as UGL continuassem a mapear e criar uma base de dados mais desenvolvida após o treinamento, verificou-se pouco empenho por parte dos participantes (HAKLAY et al., 2014).

Para reverter este cenário, Haklay et al. (2014) introduziram uma metodologia através da criação de um programa de treinamento de formadores que possam disseminar e acompanhar as comunidades locais e dar suporte ao OSM. Contudo, para a aplicação desta iniciativa em outros países, os autores recomendam a necessidade de ter em conta os aspectos estruturais do governo de modo que se possa garantir auxílio no processo após o treinamento inicial.

2.5.3.2 Mapeamento de comunidades vulneráveis na Indonésia

Segundo o relatório da HOT (2012), a Agência Nacional de gestão de desastres da Indonésia (abreviadamente BNPB) e a Agência Australiana para o Desenvolvimento Internacional (AusAID) através do seu mecanismo de cooperação (AIFDR - Austrália-Indonésia facilidade para a redução de desastres), em colaboração com o Banco Mundial, equipe humanitária do OpenStreetMap (HOT) e o Programa de Desenvolvimento da Comunidade australiana e fortalecimento da sociedade civil fase II (ACCESS); coordenaram um projeto piloto de mapeamento comunitário para a coleta de dados nas áreas rurais e urbanas com recurso ao OSM, que possam ser usados no *software* InaSAFE para produzir cenários realistas de riscos naturais (i.e., estimar quantas pessoas, edifícios ou outras infraestruturas importantes poderiam ser afetadas em caso de ocorrência de uma catástrofe em um determinado local) e melhor planejar as atividade de preparação e resposta.

Um conjunto de dados abrangente para a Indonésia não estava disponível (HOT, 2012). Assim, a primeira etapa do projeto consistiu na organização de *workshops* nas universidades e na comunidade sobre o uso das ferramentas do

OSM na coleta de dados e técnicas de construção civil voltadas a obras resilientes a eventos extremos.

A informação base derivou da edição dos mapas em papel auxiliado com recursos de imagens de satélite, dados GNSS, além da utilização do *software* QGIS. A segunda etapa concentrou-se na melhor forma de coleta de dados a serem usados no InSAFE para a modelagem de impacto ou criação de cenários de vulnerabilidade.

Como resultado destas atividades, 163.912 edifícios foram mapeados no período de junho de 2011 a março de 2012, das quais 29.230 nas áreas urbanas. Foram realizados ainda 16 *workshops*, que contaram com a participação de 124 pessoas entre a comunidade universitária e local. Durante o processo foi adotada uma metodologia bem definida para a supervisão aos participantes na coleta e manipulação de dados.

De modo a dar continuidade às atividades de mapeamento nas áreas abrangidas e vizinhas, foram criados grupos de facilitadores com respectivo material e o *software* OSM traduzidos em língua local. Também foram introduzidas ações motivacionais para incentivar competições de mapeamento entre universidades.

No final do projeto, foi produzida e disponibilizada uma base de dados que permitiu ao governo local visualizar áreas de comunidades em perigo, combinando a sabedoria local com o conhecimento científico para produzir cenários realísticos aos inúmeros e diferentes tipos de desastres (HAKLAY et al., 2014).

2.5.4 Iniciativas de Implementação de Sistemas VGI em África

As atividades de mapeamento colaborativo desenvolvidas pela HOT em África até então, são expressivas em áreas de resposta à desastres naturais, refugiados e saúde, conduzidas por falta de informação cartográfica de base ou atualizada que possa orientar a assistência humanitária às comunidades ou tomada de decisão sobre a gestão do território. A seguir são descritos exemplos de campanhas de mapeamento colaborativo da HOT desenvolvidas em alguns países africanos segundo o seu relatório de 2018.

2.5.4.1 Mapeamento de assentamentos de refugiados em Uganda

A equipe de especialistas da HOT desenvolveu atividades de formação para mais de 20 parceiros envolvidos em ações humanitárias nos 16 assentamentos de refugiados no norte da Uganda, sobre o uso e a importância de dados abertos produzidos a partir do mapeamento de campo (mapatona). O treinamento abrangeu Organizações Não Governamentais (ACNUR, PNUD, Cruz Vermelha e Visão Mundial), membros do governo (gabinete do primeiro ministro) e a comunidade local composta por refugiados.

A iniciativa tinha por objetivo mapear padrões de assentamentos humanos, infraestruturas, equipamentos e pontos de serviços com vista a fazer o seu monitoramento assim como demonstrar o impacto ambiental do crescimento destas áreas. No final do projeto foi produzida uma base cartográfica com 1.500.000 habitações, 36.000 km de vias, 4.000 instalações e serviços digitalizados.

Os dados gerados foram disponibilizados para todos interessados e usados pelas ONG's e entidades governamentais na orientação das suas ações interventivas para responder à crise de refugiados naquela região da África oriental.

2.5.4.2 Resiliência Urbana à Inundação

Em Tanzânia a HOT implementou o projeto Ramani Huria fundado pelo Banco Mundial com o objetivo de formar estudantes das universidades e membros da comunidade local para a criação de mapas com exatidão sobre as áreas propensas a inundações na cidade de Dar-es-Salam (HOT, 2020). O projeto teve a participação de 450 estudantes de duas universidades nacionais que identificaram as áreas de risco em 228 locais da cidade, e treinaram as comunidades locais na leitura de mapas para o reconhecimento de pontos vulneráveis.

As atividades do projeto também abrangeram o mapeamento de resíduos sólidos e sua coleta dentro da cidade. A aquisição dos dados baseou-se na aplicação de meios tecnológicos tais como o celular e o conhecimento local da comunidade residente.

Esta iniciativa contribuiu para a geração e disponibilidade gratuita de dados usados na elaboração de mapas de inundação, pontos de lixo e assentamentos comunitários, permitindo uma melhor gestão da área por parte do governo e de outros interessados.

2.5.4.3 Prevenção da Malária no Botswana

No Botsuana a HOT trabalhou com o governo através do Ministério da Saúde e Bem-estar e o Programa Nacional de Malária na coleta de dados geográficos para serem usados em estratégias de intervenção no combate a malária. Além dos membros do governo, o projeto contou com a participação de voluntários das comunidades locais que beneficiaram de um treinamento da HOT sobre o trabalho de campo a ser executado nas seis (06) áreas endêmicas de malária.

O levantamento dos dados tomou em consideração os assentamentos humanos em relação ao tipo, uso e material de construção assim como as condições das vias. Os resultados desta iniciativa permitiram uma melhor visualização sobre a ocupação da área em causa, planejamento de campanhas de pulverização, monitoramento de casos e avaliação das estratégias implementadas.

2.6 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS DADOS GEOESPACIAIS

A história do processo de produção de dados geoespaciais mostra que esteve sob responsabilidade das ANM, aplicando padrões e especificações para segurar a qualidade dos dados. A norma ISO 19.157 (2013), relaciona a qualidade dos dados espaciais, ao processo de descrição das suas características de produção, aplicando elementos de mensuração com vista a atender aos requisitos do usuário.

Assim, para aferir a devida qualidade dos dados é preciso que as informações geoespaciais que representam o mundo real tenham em consideração as três dimensões do dado geográfico, designadamente, espaço, tempo e tema (BERRY, 1964). Os fenômenos geográficos ocorrem em um

determinado local, num certo período sobre certa temática; por conseguinte, os elementos usados para avaliar a qualidade dos dados, são aplicados dentro destas dimensões.

Segundo a norma ISO 19.157 (2013), os elementos de avaliação tradicional dos dados geoespaciais são a completude, consistência lógica, acurácia posicional, acurácia temporal, acurácia temática e a usabilidade (QUADRO 3). Segundo Antoniou e Skopeliti (2015) de todos os elementos de avaliação tradicional da qualidade, a usabilidade é o elemento mais adequado para o VGI, pois tem relação com o termo "aptidão para uso" sendo o propósito usado na literatura sobre o VGI para descrever a qualidade dos dados.

Os autores acrescentam ainda que a usabilidade é aplicada para descrever informações referentes a qualidades específicas acerca da adequação de dados a um determinado aplicativo ou em conformidade com um conjunto de requisitos.

QUADRO 3 - PARÂMETROS DE QUALIDADE SEMÂNTICA SEGUNDO A ISO:19157

PARÂMETRO DA QUALIDADE POSICIONAL	
Acurácia Posicional	Refere-se a posição das feições num determinado sistema de referência espacial. Consiste em três parâmetros: Absoluta ou externa; Relativa ou interna e grade (<i>grid</i> , em inglês).
PARÂMETROS DA QUALIDADE SEMÂNTICA	
Completude	É a presença ou falta de feições, seus atributos ou relacionamentos. Consiste em dois parâmetros: Comissões (excesso de dados) e Omissões (falta de dados).
Consistência Lógica	Grau de aderência às regras lógicas da estrutura de dados, atribuição e relacionamentos. A estrutura de dados pode ser conceitual, físico e lógico e consiste em quatro elementos: Consistência conceitual, de domínio, de formato, e consistência topológica.
Acurácia Temática	É a correta interpretação das feições com os seus atributos e relacionamentos. Consiste em três elementos de qualidade: Acurácia da classificação, de atributos não quantitativos e acurácia de atributos quantitativos.
Usabilidade	Baseada nos requisitos dos usuários e na aderência que têm as informações às necessidades destes.
Qualidade Temporal	Qualidade dos atributos temporais e das relações temporais entre as feições. Consistem em três parâmetros: Exatidão, consistência temporal e validade temporal.

FONTE: Adaptado de BRAVO (2014).

2.7 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO VGI EM RELAÇÃO AOS DADOS OFICIAIS

Nas últimas décadas, com o desenvolvimento tecnológico que influenciou grandemente o setor da cartografia na produção de dados, através de plataformas de mapeamento colaborativo, sobretudo pelo envolvimento de cidadãos não especializados no processo, contribuiu para que crescesse a preocupação com a qualidade dos dados geoespaciais (JOKSIC & BAJAT, 2004). Este cenário levou à necessidade de estabelecimento de métodos de avaliação da qualidade das informações geradas nestas características (FLANAGIN & METZGER, 2008).

Os métodos aplicados para o efeito consistiam na comparação entre os dados VGI e fontes oficiais ou de agências comerciais usando parâmetros clássicos de avaliação da qualidade da geoinformação (ANTONIOU & SKOPELITI, 2015). São exemplos de estudos que usaram estes métodos extrínsecos, os padrões de qualidade descritos a seguir.

2.7.1 Acurácia Posicional

Haklay (2010) baseando-se no método de Goodchild e Hunter (1997) avaliou a acurácia posicional da rede viária OSM comparando-a com a do Reino Unido (*Ordnance Survey*), usando uma zona de buffer para determinar a percentagem de deslocamento de uma linha em relação a que apresenta melhor precisão. Antoniou (2011) usou a distância entre nós de cruzamento ou interseção das redes viária OSM e *Ordnance Survey Meridian 2* do Reino Unido, para determinar a qualidade posicional. Girres e Touya (2010) calcularam a diferença de posições em cada par de objetos homólogos entre a OSM e a BD TOPO® data usando a distância Euclidiana.

2.7.2 Completude

Para a determinação da completude, Zipf e Zielstra (2010) compararam a percentagem do comprimento total da rede viária entre OSM e a oficial (TeleAtlas MultiNet) numa determinada área, para verificar a que apresentava maior extensão. Koukoletsos, Haklay e Ellul (2012) recorreram a uma grade de 1 km²

para calcular a percentagem do comprimento das feições correspondentes de modo a verificar a base de dados que apresentava maior completude. Arsanjani e Fonte (2016) para determinar este parâmetro, calcularam o índice de completude através da relação entre a área mapeada num determinado país e a área total do respectivo país.

2.7.3 Acurácia Temática

Kounadi (2009) determinou a acurácia temática, a partir de uma grade regular de 1km² para calcular a percentagem do comprimento de vias que apresentavam atributos corretos entre a OSM e a agência de dados HMGS. Girres e Touya (2010) também avaliaram a acurácia temática comparando pares de objetos homólogos usando a distância Levenstein para corresponder os atributos entre as duas bases de dados. Arsanjani e Vaz (2015) usaram uma matriz de confusão baseada na abordagem de índice kappa entre as duas bases de dados, calculada pela divisão do total das características corretamente classificadas, pelo número total de células da matriz.

2.7.4 Acurácia Temporal

Arsanjani et al. (2013), sugeriram a análise da evolução temporal ou histórico dos dados VGI (OSM) em relação à base oficial, como método para determinar a acurácia temporal. Antoniou, Morley e Haklay (2010) mediram este parâmetro nos dados VGI, pela diferença de tempo entre a captura de uma fotografia e a sua adição ou carregamento. Girres e Touya (2010), recorreram à evolução temporal das feições OSM, através do estabelecimento da correlação entre o número de contribuintes e a média dos dados tomados.

2.7.5 Consistência Lógica

Corcoran et al. (2010) aplicaram métodos matemáticos de simplificação, para determinar a consistência lógica através da avaliação de relações topológicas planares e não planares. Arsanjani et al. (2013) basearam-se na mera observação

das relações topológicas e lógicas entre as duas bases de dados, tendo constatado recorrência de inconsistências no OSM dado o facto de seus contribuintes não serem pessoas especializadas no mapeamento. Hashemi et al. (2015) determinaram este parâmetro através das relações topológicas usando a semelhança espacial em multi-representações.

2.7.6 Usabilidade

Segundo a norma ISO 19.157 (2013), a usabilidade pode ser avaliada usando todos os elementos de qualidade descritos anteriormente. Ainda esta fonte acrescenta que este parâmetro baseia-se em requisitos específicos do utilizador.

2.8 INDICADORES DE QUALIDADE DO VGI

A avaliação da qualidade do VGI baseada em métodos comparativos usando padrões estabelecidos pela ISO 19157 nem sempre é possível considerando a diferença nos critérios de produção de dados nas duas fontes (OVER et al., 2010; ANTONIOU & SKOPELITI, 2015). Acrescenta-se ainda a estas limitações, a indisponibilidade dos dados oficiais devido a restrições administrativas, altos custos de aquisição e conflitos armados em alguns países em desenvolvimento (MOONEY et al., 2010; HECHT, KUNZE & HAHMANN, 2013).

Como se pode constatar no QUADRO 4, sobre a descrição das características entre as duas fontes, a falta de normas ou especificações no VGI gera uma heterogeneidade nas informações colaborativas (ZIELSTRA, 2013).

QUADRO 4 - QUALIDADE NO MAPEAMENTO OFICIAL EM RELAÇÃO AO VGI

Elementos	Mapeamento Topográfico Oficial	Informações Geográficas Voluntárias
Qualidade Geral	Homogênea	Heterogênea: granularidade das informações; variação da qualidade de tema em tema assim como de feição em feição no mesmo mapa.

Mecanismos de Controle	Normas, padrões e especificações.	wikiOSM, metadados (tags), histórico de edições, número de edições, reputação dos contribuintes.
Compleitude	Resultantes do mapeamento adotado e avaliação feita a partir de normas, padrões e especificações adaptadas localmente.	Problema de espaços vazios ou incompletos.
Consistência Lógica	Resultantes do mapeamento adotado e a avaliação feita a partir normas, padrões e especificações adaptadas localmente.	Topologia das redes para identificar feições importantes tais como rodovias tendo em conta sua largura.
Acurácia Posicional	Resultantes do mapeamento adotado e a avaliação feita a partir normas, padrões e especificações adaptadas localmente.	Feições incompatíveis no mesmo mapa, que por vezes aparentam uma realidade e relacionamento entre as feições.
Acurácia Temporal	Resultantes do mapeamento adotado e a avaliação feita a partir normas, padrões e especificações adaptadas localmente.	Atualizações constantes realizadas em minutos.
Acurácia Temática	Resultantes do mapeamento adotado e a avaliação feita a partir normas, padrões e especificações adaptadas localmente.	Problemas relacionados com a classificação das feições, identificação dependente da geometria e da semântica.
Escalas/Generalização	Fixas e poucas.	Grande variedade de escalas, embora sem generalizações.
Nível de detalhe	Resultantes do mapeamento adotado e a avaliação feita a partir normas, padrões e especificações adaptadas localmente.	Dependente da resolução geométrica, precisão geométrica, granularidade e resolução semântica.

FONTE: Adaptado de MACHADO (2018).

Por esta razão, pesquisadores procuram estabelecer métodos intrínsecos adequados a avaliação da qualidade dos dados VGI (ZIELSTRA, 2013), cuja determinação dos padrões baseia-se nos indicadores das próprias plataformas

colaborativas. Deste modo, Goodchild e Li (2012) propuseram a análise da qualidade dos dados VGI em três dimensões: **a) *contribuintes***, nesta abordagem a qualidade dos dados é garantida pela participação de vários cidadãos.

Este procedimento baseia-se na lei de Linus, (*Linu's Law* em inglês) desenvolvida por Eric S. Raymond (1999) para sua aplicação na engenharia de software segundo a qual, "Dado um número de olhos suficiente, todos os erros são triviais", inspirado numa base de código aberto (*open source*) da internet. O autor assume que, com a participação de um grande número de colaboradores ("olhos"), a probabilidade de detecção e correção de um determinado problema no sistema é maior, ou seja, quanto maior for o número de colaboradores maior será a facilidade de detecção e correção de erros; **b) *Abordagem social***, nesta dimensão a qualidade é assegurada por contribuintes com reputação ou experientes que são atribuídos a responsabilidade de validar as contribuições de outros participantes menos; **c) *Abordagem geográfica*** consiste na determinação da qualidade através da análise sobre a consistência local das informações produzidas pelos colaboradores.

Antoniou e Skopeliti (2015), na sua revisão sobre a literatura que aborda a avaliação da qualidade dos dados VGI, propuseram quatro (04) indicadores que podem ser aplicados como praxe para compreender a qualidade dos dados VGI: **a) *Dados*** - este indicador está relacionado com os procedimentos referentes à aquisição dos dados e que inferem sobre a sua qualidade semântica. Este se enquadra sobre a descrição dos metadados das plataformas no que refere ao histórico do dado, geometria, feição, atributos, data, região e contribuinte (número de edições e comentários).

b) *Demografia* - consiste na correlação entre os parâmetros de qualidade dos dados e o número da população em uma determinada área. Zielstra e Zipf (2010); Haklay (2010) demonstraram que a completude e a acurácia posicional podem ser influenciadas positivamente nas áreas urbanas do que nas áreas periféricas ou rurais por apresentarem baixa densidade populacional.

c) *socioeconômico* - este indicador está relacionado com fatores que podem afetar o acesso e uso de meios tecnológicos em uma determinada área (i.e., renda, cultura, idade, nível de escolaridade ou formação educacional). Regiões que apresentam renda alta e baixa idade da sua população tendem a

apresentarem maior número de colaboradores (GIRRES & TOUYA, 2010). Holloway et al. (2007) notaram que a participação dos cidadãos em plataformas colaborativas poderia ser afetada pelo acesso à internet, domínio da linguagem, disponibilidade de tempo para contribuir e sua capacidade técnica. Na mesma linhagem Graham (2010) na sua abordagem sobre “***buracos negros***” na distribuição da informação geográfica a nível global, constatou que a representatividade dos espaços nas plataformas colaborativas era desigual, devido à influência de fatores, econômicos, políticos, sociais e infraestruturas; sendo mais expressivos no hemisfério sul predominantemente de países em desenvolvimento (GRAHAM, 2014).

Por conseguinte, Quinn (2017) ao analisar o histórico de dados OSM em algumas cidades pequenas ou de países em via de desenvolvimento sem potencial atrativo, concluiu que não estariam a acumular o número de contribuintes em relação à cidades grandes como foi demonstrado por goodchild “*citizen as sensor*” pois, as motivações de participação são diversificadas e por vezes realizadas remotamente considerando a sua concentração na Europa (NEIS et al. 2013). Tal como acontece nas iniciativas da HOT a participação dos indivíduos pode estar relacionada com motivações de solidariedade às vítimas, mas cuja contribuição envolve editores a nível global que o fazem à distância.

d) **Contribuintes** - visa compreender os fatores que orientam as motivações dos colaboradores com vista a ter melhor entendimento sobre os dados gerados pelo usuário. O trabalho coletivo e voluntário dos contribuintes com conhecimento local sobre uma determinada área tem resultado positivamente em relação à completude e a precisão posicional.

2.9 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE NO VGI

Nesta etapa, a abordagem sobre os métodos aplicados na avaliação dos parâmetros de qualidade no VGI, limitar-se-á aos indicadores intrínsecos sobre a **completude** pelo facto de constituir a principal variável em estudo nesta pesquisa. Segundo a constatação de Gröchenig, Brunauer e Rehl (2014), há pouca literatura que aborda métodos extrínsecos para a avaliação periódica da

completude dos dados OSM, e sendo que parte significativa estava focada na rede viária (HECHT, HAHMANN & KUNZE, 2013; TÖRNROS et al., 2015).

Uma das formas usuais que é aplicada para avaliar a completude consiste em calcular o total em número (ponto), comprimento (linhas) ou em área para polígonos dos objetos em função da sua área (unidade geográfica, administrativa ou geométrica) e comparar aos resultados dos dados oficiais (HECHT, HAHMANN & KUNZE, 2013). Dada a indisponibilidade dos dados oficiais em algumas circunstâncias, as alternativas encontradas pelos pesquisadores para aferir a completude dos dados OSM, vão desde a análise do histórico (BARRON et al., 2014; GRÖCHENIG et al., 2014), correlação com dados demográficos (MILLAR et al., 2018) e socioeconômicos (NEIS et al., 2013; CAMBOIM et al., 2015).

Neis et al., (2013) recorreram ao histórico dos dados OSM sobre 12 cidades ao nível global para determinar a sua evolução até o ano de 2012 em termos de número de contribuintes e atividades dos membros, relacionando a sua qualidade com a densidade populacional e fatores socioeconômicos (Rendimento Nacional Bruto) das respectivas áreas. Com esta atividade, os autores visavam analisar as semelhanças e diferenças na produção de dados em relação ao tamanho da população em diferentes áreas urbanas no mundo já que maior parte de testes tenham sido realizadas na Europa e nos Estados Unidos.

Este método pode ser enquadrado para análises da qualidade dos dados VGI dentro de uma área urbana considerando a sua subdivisão administrativa e as diferenças das suas áreas, população e dinâmicas socioeconômicas.

O uso da área administrativa ou geográfica para a avaliação da completude requer uma normalização de modo a reduzir a influência da extensão da cidade sobre os resultados (NEIS et al., 2013). Considerando a situação da cidade da Beira cujos bairros de expansão apresentam áreas maiores e baixa densidade populacional enquanto os bairros ao centro da cidade ou mais antigos são urbanizados, com maior densidade populacional e menor extensão. Por conseguinte, a mensuração dos indicadores deve refletir a quantidade de objetos no devido bairro, mas normalizando a extensão da sua área.

Camboim et al. (2015), avaliaram a completude dos objetos OSM na região metropolitana de Curitiba com vista a verificar o nível da sua qualidade em relação aos fatores demográficos e socioeconômicos. Assim, usaram como indicadores de

mensuração interna da completude para áreas urbanas, a densidade de vias por quilômetro quadrado, número de edificações em cada área urbana e a percentagem de vias classificadas, isto é, com atributos.

Os autores, com base no cálculo do coeficiente de Pearson, estabeleceram intervalos de correlação entre os resultados obtidos sobre a qualidade da completude e os dados do IBGE sobre a população, do PNUD (Índice de Desenvolvimento assim como o Produto Interno Bruto de cada município.

A completude também pode ser determinada pela análise temporal e distribuição espacial de objetos VGI em uma determinada área. Usando esta abordagem, Tian et al (2019) para analisarem a evolução e a completude de edificações na China, tomaram como indicadores a sua contagem e a densidade.

A contagem das edificações compreendeu intervalos anuais num período de cinco anos tendo em conta a divisão administrativa do nível provincial; e a densidade também seguiu mesmas etapas, mas baseada numa grade regular de 1 km², visando verificar a sua variabilidade. A interpretação sobre a variabilidade anual das edificações foi baseada na correlação com o Produto Interno Bruto de cada província.

Com a disponibilidade do banco de dados OSM onde são armazenadas todas as edições, viu-se a oportunidade de realizar análises espaço-temporais sobre a qualidade dos dados recorrendo apenas ao seu histórico. A partir da criação de aplicativos baseados na análise, visualização e processamento dos dados OSM, visando avaliar de forma rápida os indicadores de qualidade intrínseca em uma região específica (MINGHINI & FRASSINELLI, 2019).

Uma das iniciativas referenciadas na literatura é o trabalho de Barron et al. (2014) que desenvolveram uma ferramenta designada iOSMAnalyzer de código aberto, com mais de 25 métodos e indicadores para a avaliação da qualidade dos dados OSM baseando-se no seu histórico.

A estrutura do QUADRO proposto pelos autores divide-se em seis (06) categorias, como demonstrado na FIGURA (10), compostas pelos respectivos indicadores intrínsecos cujo resultado depende da finalidade ou do propósito da análise.

FIGURA 10 - CATEGORIAS E INDICADORES DE QUALIDADE INTRÍNSECA DA PLATAFORMA IOSMANALYZER



FONTE: Barron et al. (2014).

Os parâmetros de qualidade neste QUADRO são estabelecidos com foco para diferentes aplicações, usando o conceito de "Serviços baseados em localização". Deste modo, a completude pode ser testada nas diferentes categorias apresentadas considerando a finalidade da análise:

- **Rotas e navegação** - nesta categoria a completude trata da rede viária OSM e tem como indicadores o comprimento das vias por categoria;
- **Geocodificação** - consiste na completude de atributos e os indicadores são medidos pelo número de casas com anotação completa do endereço isto é, nome e número da casa.

- **Pontos de interesse** - completude de atributos de pontos de interesse, determinado pelo crescimento, número médio de atributos e a diferenciação substantiva dentro dos atributos dos pontos de interesse. Os pontos de interesse que os autores se referem são locais de interesse público como espaços de acomodação, gastronomia, educação, transporte, saúde, lojas, turismo, cultura e entre outros.

Ainda no uso de meios de consulta espaço-temporal via web, para avaliar a qualidade intrínseca dos dados OSM destaca-se a ferramenta *Ohsome API* da *Ohsome* que integra um banco de dados sobre o histórico dos dados desde a criação da *Openstreetmap*. Esta ferramenta de consulta (*Ohsome API*), é constituído de modelos para o acesso de elementos OSM em qualquer parte do globo em termos da completude por área, comprimento, contagem, perímetro e usuários cujos resultados são disponibilizados em arquivos de formato CSV, JSON ou GeoJSON.

A *Ohsome* tem o seu mérito para análise da qualidade intrínseca dos dados OSM em relação a outros aplicativos, devido a sua flexibilidade, filtração de dados por tag ou key e não requisitar espaço maior para o armazenamento dos dados. Estas consultas permitem verificar a evolução dos elementos OSM num intervalo anual ou mensal, assim como a sua distribuição num determinado espaço geográfico.

3 METODOLOGIA

Com vista a responder aos objetivos e testar as hipóteses levantadas neste trabalho, propôs-se uma estrutura metodológica cujas etapas são apresentadas no fluxograma da FIGURA 11. A primeira parte da metodologia compreende a seleção da área de estudo, na qual se faz a sua contextualização no âmbito nacional dando um panorama geral sobre a realidade territorial e em seguida descreve-se de forma específica a localização geográfica, aspectos socioeconômicos e físico - naturais da cidade da Beira.

A segunda etapa é referente a coleta de dados pelas principais fontes que envolvem a área de estudo no âmbito da sua gestão ou realização das suas atividades designadamente entidades oficiais e de mapeamento colaborativo. Das fontes oficiais destacam-se o Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA), Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC) e o Instituto Nacional de Estatísticas (INE), quanto às fontes não governamentais o *OpenStreetMap*. A terceira etapa consistiu na avaliação dos parâmetros de qualidade referentes à completude, com recurso a indicadores intrínsecos para um período de cinco anos, a partir de janeiro de 2015 a julho de 2019. Na quarta fase estabeleceu-se a correlação entre os resultados da qualidade sobre a completude com os dados demográficos da área de estudo por bairro.

FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS



FONTE: Autor (2019).

3.1 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Contextualização da Área de Estudo

O propósito da abordagem desta temática é dar a conhecer sobre a realidade social, econômica e físico-geográfica do país onde se localiza a área de estudo (cidade da Beira). Julgando-se relevante para entender alguns fatores que influenciam a dinâmica local sobre os sistemas VGI.

Como fora mostrado que os fatores sociais, econômicos e culturais podem afetar o acesso e domínio a meios tecnológicos e consequentemente a qualidade dos dados, sobretudo nos países em desenvolvimento (GRAHAM et al., 2014). Embora a cidade da Beira é um município com características peculiares, mas não está isenta a influências de âmbito nacional ou regional no referente a sua dinâmica econômica, social e ambiental.

Moçambique é um país de língua oficial Portuguesa (artigo 10º da Constituição da República de 2004), que esteve sob o jugo colonial português desde a chegada da expedição dirigida por Vasco da Gama, entre 1497 e 1498, até a conquista da sua independência em 1975, tornando-se então República Popular de Moçambique, sendo seu primeiro presidente designado Samora Moisés Machel. O nome Moçambique relaciona-se a sua provável proveniência ao Mussa-bin-Mbiki, filho do Sultão Bin-Mbiki, nome este dado pelos Portugueses à sua chegada pela primeira vez a atual ilha de Moçambique.

Antes da chegada dos Portugueses no século XV, esta região da África Austral, onde se insere o território nacional, era habitada por povos primitivos chamados San e Khoi-khoi ou Khoisan, de estatura pequena e que viviam em pequenos grupos nas cavernas ou ao ar livre, praticando a caça, pesca, colheita de frutos e vegetais selvagens. O segundo grupo trata-se dos Hotentotes, de estatura alta e forte em relação aos Khoisan, que viviam da criação de gado e confiscação de terras vizinhas, e por sua vez fixaram-se mais ao sul da região. Embora não se tenha certeza sobre o período de estabelecimento destes grupos na região, presume-se que tenham se fixado por volta do ano 1000 (FRELIMO, 1978). Esta mesma fonte refere que o último grupo que se estabeleceu na região foi o dos Bantus, do qual a maioria da população Moçambicana é descendente.

Os Bantus primeiramente fixaram-se na zona costeira e depois espalharam-se por toda região sul da África, expulsando os Khoisan e hotentotes, por volta dos séculos III e IV da nossa era, vindos da região dos Grandes Lagos pela planície costeira da África Oriental, ou através do planalto do Zimbabwe.

A chegada dos Portugueses em Moçambique no final do século XV marcou o início da história colonial do país, caracterizada por um período “mercantil” que compreendeu três fases (UEM, 1988): 1) Fase do Ciclo de ouro - teve início no século IX com os comerciantes Árabes - Swahili, até século XVII, (1693), na primeira grande resistência em Moçambique; 2) Fase do Ciclo de marfim - com início em finais do século XVII e XIX, período em que intensificava-se de forma maciça o tráfico de escravos; e 3) Fase do Ciclo de escravos - começou na metade do século XVIII até primeira metade do século XIX, com a sua abolição oficial em 1836.

Embora o país tenha passado por um conflito militar ideológico que durou 16 anos após a independência (1975), atualmente vive-se uma democracia baseada num sistema político multipartidário, sendo a Constituição da República o instrumento principal que estabelece, entre outros, o princípio da liberdade de associação e organização política dos cidadãos, o princípio da separação de poderes legislativo, executivo e judiciário, assim como a realização de eleições livres.

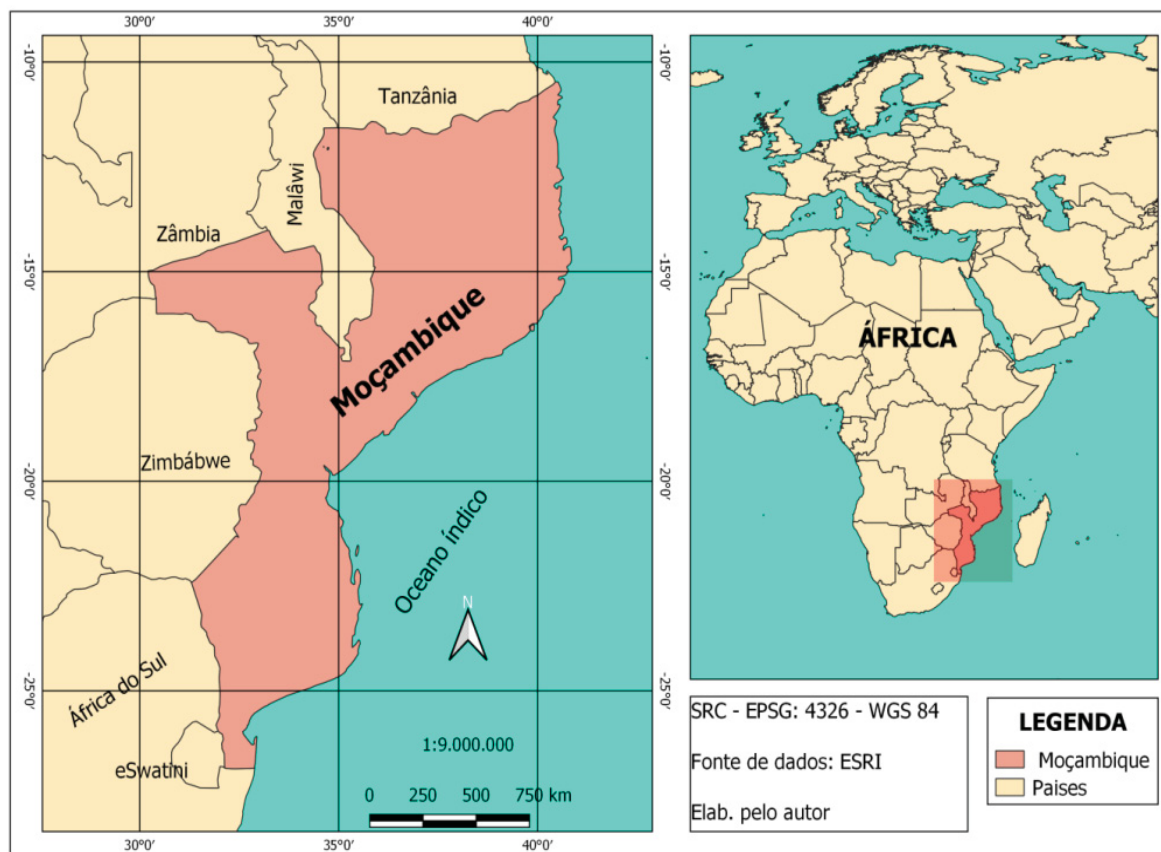
O país apresenta potencialidades para a exploração agrícola, turismo, energias renováveis, recursos minerais, etc., embora demande de uma boa gestão para a redistribuição do seu contributo ao cidadão comum. A sua localização, embora em parte constitua um fator de vulnerabilidade a fenómenos climático extremos, também serve de entrada e saída aos países do interior do continente que usam os seus portos para o escoamento de produtos a partir do oceano Índico.

3.1.2 Localização de Moçambique

Moçambique localiza-se na costa sudeste do continente africano, entre os paralelos 10° 27' e 26° 52' Sul, e os meridianos 30° 12' e 40° 51' Leste. É limitado ao norte pela Tanzânia, a noroeste pelo Malawi e a Zâmbia, a oeste pelo Zimbabwe, África do Sul e eSwatini, a sul pela África do Sul e a leste pelo Oceano

Índico ou Canal de Moçambique, conforme o representado no mapa de localização da FIGURA 12.

FIGURA 12 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: Autor (2019).

O país tem uma extensão superficial de 799.380 km², na qual 786.380 km² compreendem a terra firme, e 13.000km² as águas interiores. Uma extensão fronteiriça de 6.960 km, sendo 4.445 km referentes a fronteira terrestre e 2.515 km marítima.

À luz da Constituição da República de 2004, em seu artigo 7º, Moçambique organiza-se em províncias, distritos, postos administrativos, localidades e povoações, isto é, a província estrutura-se em distritos, que por sua vez organizam-se em postos administrativos, estes em localidades e povoações, e as localidades em povoações compostas de aldeias. Em termos quantitativos, apresenta-se o respectivo número das unidades administrativas no QUADRO 5.

QUADRO 5 - RELAÇÃO QUANTITATIVA POR UNIDADE ADMINISTRATIVA

Ordem	Unidade Administrativa	Quantidade
01	Província	11
02	Distrito	152
03	Posto Administrativo	436
04	Localidade	1,928
05	Povoado	7,928

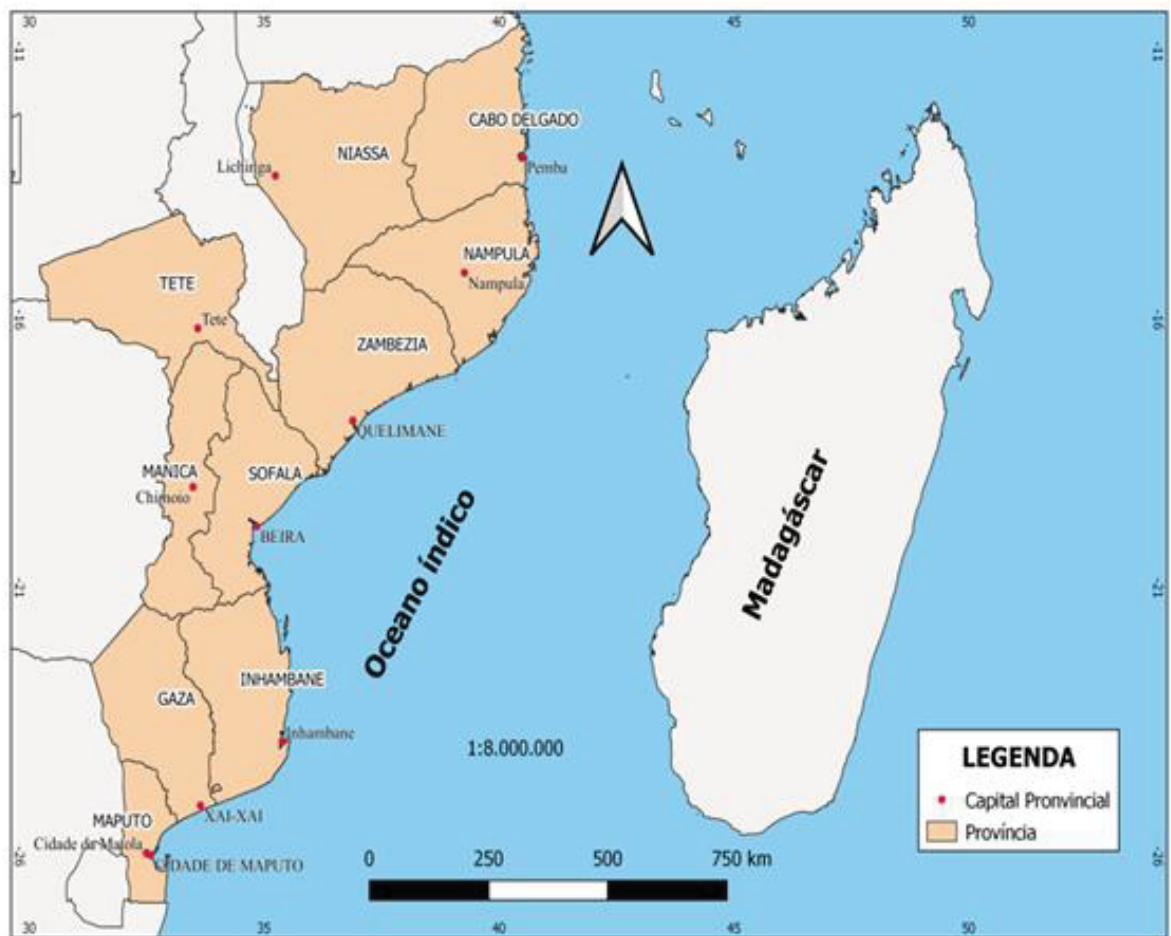
FONTE: Adaptado do IESE (2017)

Com o cumprimento da legislação de descentralização de 1994, o número de distritos passou de 128 para 152, em resultado da subdivisão de alguns distritos e cidades extensas, e os municípios em um total de 53, embora uma parte destas novas unidades territoriais não possua respectiva informação cartográfica da base referente à sua delimitação (WEIMER & CARRILHO, 2017; CENACARTA, 2007).

O número 2 do artigo 7º da Constituição da República de 2004 estabelece que as zonas urbanas estruturam-se em cidades e vilas. Com a divisão administrativa de 1986, o número de cidades passou para 23 e vilas para 68, como resultado do elevado número da população urbana (ARAUJO, 1997).

A província é a maior unidade territorial do país e é composta por uma cidade capital. As províncias são contabilizadas num total de 11 designadamente, Cidade de Maputo (capital), província de Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Tete, Zambézia, Nampula, Niassa e Cabo Delgado, de acordo com a representação ilustrada na FIGURA 13.

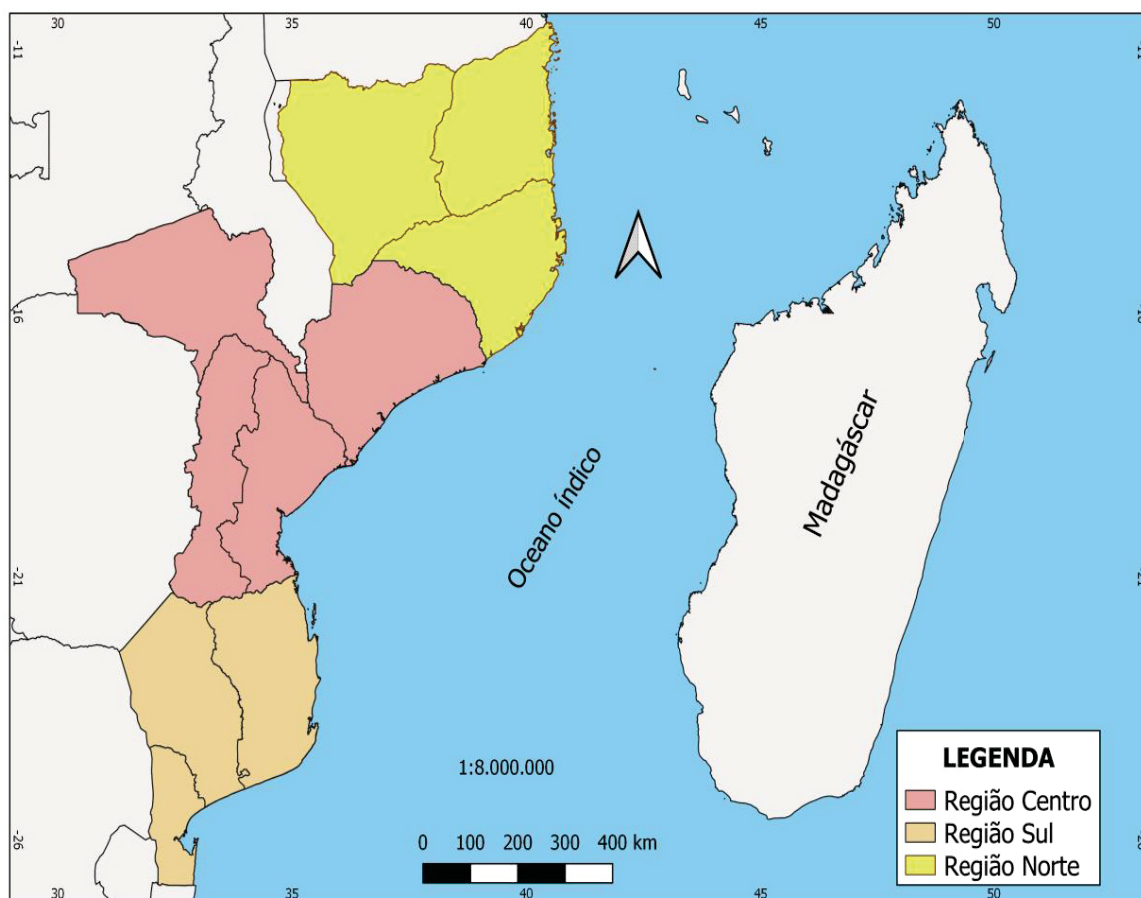
FIGURA 13 - PROVÍNCIAS E RESPECTIVAS CAPITAIS PROVINCIAIS



FONTE: Autor (2019).

Moçambique organiza-se em três regiões designadamente: região norte, constituída pelas províncias de Cabo Delgado, Niassa e Nampula; região centro, constituída pelas províncias de Zambézia, Tete, Sofala e Manica; e região sul, pelas províncias de Inhambane, Gaza, Maputo e Cidade de Maputo, como o ilustrado na FIGURA 14.

FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS REGIÕES



FONTE: Autor (2020).

O clima predominante em Moçambique é tropical (úmido/seco), caracterizado por duas estações distintas, uma seca (inverno), com início no mês de maio até setembro, e outra quente e úmida (verão), que começa no mês de outubro até abril. A precipitação média anual varia entre 800 a 1200 mm, ocorrendo frequentemente durante o verão, no período entre outubro e abril, sobretudo no mês de janeiro (MANHIQUE, 2008). A temperatura média anual do ar regista-se entre 25 °C e 27 °C no verão, e 20 °C e 23 °C no inverno, e a sua variação pelo território deve-se a interferência da altitude, continentalidade, latitude e relevo (FAO, GOVERNO DE MOÇAMBIQUE. 2009).

Segundo a classificação de Köppen a região norte do país nas províncias de Cabo Delgado, Niassa, Nampula e parte da região Centro especificamente na província de Zambeze assim como nas áreas costeiras, é caracterizada por clima

de savana com chuvas tropicais (Aw), e nas áreas altas do interior são caracterizadas por clima temperado úmido (Cwa) (HOGUANE, 2007).

3.1.3 Principais Sistemas Meteorológicos

O clima de Moçambique é influenciado fortemente por sistemas meteorológicos que determinam o padrão da precipitação (SAETRE & SILVA, 1979; REASON, 2007; MANHIQUE, 2008), designadamente: I) Ciclones tropicais: são responsáveis por chuvas intensas ao longo da zona Costeira, nas regiões Centro e Sul do país assim como no interior da região Sul da África. Tendo em conta a sua intensidade pode ser favorável à atividade agrícola ou prejudicial, provocando inundações e destruições, tal como ocorreu em 2000 e 2001 na região Centro e Sul do país, e recentemente na região centro afetando severamente a Cidade da Beira e arredores na província de Sofala, província de Manica, Zimbabwe e Malawi. Forma-se no sudoeste do oceano Índico na zona de baixas pressões transportando massas de ar quente e úmido que provocam chuva e ventos fortes. O período de ocorrência tem início em novembro até abril, formando cerca de três a cinco ciclones ao longo do canal de Moçambique por ano, num intervalo em média de seis dias, uma semana ou um mês. II) Zona de Convergência Intertropical: influenciam na ocorrência da precipitação na região norte, e dá início a estação chuvosa entre os meses de outubro e abril. III) Sistemas de baixas pressões: influenciam a ocorrência da precipitação durante o verão; IV) Circulação das monções: responsáveis pela ocorrência da precipitação no verão, através do transporte da umidade do oceano Índico para o continente. V) Anticiclones do atlântico e do Índico: influenciam a ocorrência da precipitação na região sul do país no inverno, durante o seu deslocamento ao equador deixando entrar frentes no sudeste de África. VI) O relevo: responsável pelas barreiras geográficas (montanhas e planaltos) que contribuem para a ascensão ou alojamento de massas de ar que ao atingirem temperaturas baixas precipitam em forma de chuva.

Ainda sobre os fenômenos que influenciam a distribuição da precipitação e eventos extremos em Moçambique, há que destacar o ENOS, mais conhecido por *El Niño* ou *La Niña*/Oscilação Sul, caracterizado pelo aquecimento ou arrefecimento anômalo das águas do pacífico leste equatorial, causando a

variabilidade climática em diferentes regiões do Planeta. Este fenômeno contribui para a ocorrência de seca extrema durante a sua fase quente na região sudeste da África, e por chuvas intensas ou cheias na sua fase fria (NICHOLSON & KIM, 1997). Enquanto o evento *El Niño* influencia a ocorrência de secas extremas na região sudeste de África, o evento *La Niña*, está relacionado com baixas temperaturas da superfície do mar e cheias ou inundações.

3.1.4 Hidrografia

Moçambique localiza-se a jusante dos principais rios que atravessam a região austral de África e escoam as suas águas no oceano Índico. A contribuição média de todos os rios de Moçambique é estimada em cerca de 216.000 milhões de metros cúbicos de água, onde cerca de 116.000 milhões de metros cúbicos (54%) provém dos países vizinhos e 80% deste escoamento vem do rio Zambeze um dos maiores da região e deságua no oceano Índico através do Banco de Sofala (MICOA, 2002). Esta situação contribui para a ocorrência de inundações nas áreas baixas no período chuvoso, sobretudo na zona costeira onde se localiza maior parte das cidades moçambicanas.

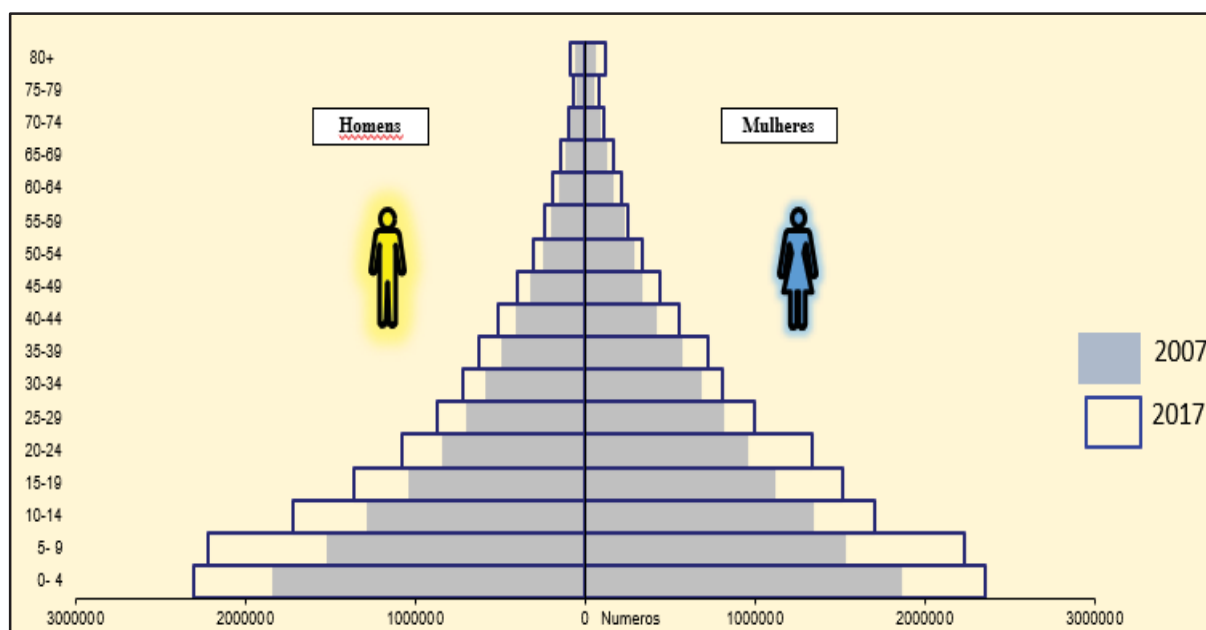
3.1.5 Aspectos Socioeconômicos

Nesta etapa, a descrição dos aspectos socioeconômicos é feita com base nos resultados definitivos do último recenseamento geral da população e habitação de Moçambique. O IV Recenseamento Geral da População e Habitação realizado em 2017 apurou a população Moçambicana em 27.909.798 habitantes, onde 13.348.446 (48%) corresponde aos homens e 14.561.352 (52%) as mulheres. O que significa um aumento da população em 7.277.398 habitantes (35%) em relação ao III Censo RGPH de 2007 (INE, 2019). Ainda segundo a mesma fonte, a densidade demográfica registou-se em 33,5 habitantes por quilómetro quadrado (hab./km²), contra 25 hab./km² de 2007, e o crescimento populacional, subiu para uma taxa média anual de 2,8 contra 2,5 hab./km² de 2007. As altas taxas de crescimento populacional devem-se ao declínio da mortalidade, estrutura jovem da população e elevados níveis de fecundidade em

consequência do baixo nível de escolaridade da mulher, casamentos prematuros e o não uso de métodos de planeamento familiar. Embora existente, a taxa migração não tem um grande impacto neste índice (MUANAMOHA & ARNALDO, 2013).

A estrutura etária da população Moçambicana é típica de países menos desenvolvidos, caracterizados por uma pirâmide de base larga e estreita no topo, conforme o apresentado na FIGURA 15, resultado da elevada fecundidade, cuja taxa de natalidade estima-se em 37.9%, e o número médio de filhos por mulher em idade reprodutiva em 5,2, mantendo o seu rejuvenescimento, e redução da população idosa, embora a taxa de mortalidade tende a reduzir com a melhoria das condições sanitárias. Em termos funcionais, distribui-se em três grupos, designadamente: I) Jovens (0-14 anos): corresponde a 46%; II) Ativos ou Adultos (15-64 anos): constitui 50,1%; e III) Idosos: (65 anos e mais) em 3.3%.

FIGURA 15 - EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA ETÁRIA



FONTE: INE (2019).

O relatório do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) de 2018, referente a atualização das estatísticas do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), atribuiu a Moçambique o valor 0,437 (IDH) e a posição 180º em 2017 num universo de 189 países, tendo recuado uma posição em relação ao ano de 2016. Encontra-se assim na categoria dos países com baixo

desenvolvimento humano, caracterizado por baixa esperança de vida ao nascer, tempo médio de escolaridade aos adultos e crianças, e baixo poder de compra por habitante. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita ainda continua mais baixo do mundo, situando-se em 453 dólares, e a esperança de vida em 53,7 anos (INE, 2019). A taxa de analfabetismo no país está na ordem dos 39,0%, sendo expressivo nas mulheres em 49,4% e aos homens em 27,2%; em termos da sua distribuição geográfica, é mais elevada nas áreas rurais em 50,7% em relação a área urbana com 18,8% (INE, 2019).

O setor primário continua sendo o principal em termos de abrangência da força de trabalho moçambicana, encontrando-se em 66,8%, caracterizado pelas atividades agrícolas, silvicultura, pesca e extração mineira. O setor secundário abrange 4,5%, envolvendo as atividades da indústria manufatureira, energia e construção. O setor terciário possui 12,9% incorporando as atividades de transporte, comunicações, comércio, finanças, serviços administrativos e os restantes 15% distribuem-se entre outro tipo de serviços (INE, 2019).

O tipo de habitação é predominantemente caracterizado por palhotas (47,4%) erguidas a partir de material local designadamente capim, paus, terra batida ou adobe, e 51,3% da população recorre a fontes de água não segura para beber. O saneamento do meio é precário, dominado por latrinas tradicionais não melhoradas e sem latrina, e a forma de tratamento do lixo é com base em queimada.

3.1.6 Acesso a Tecnologias de Informação e Comunicação

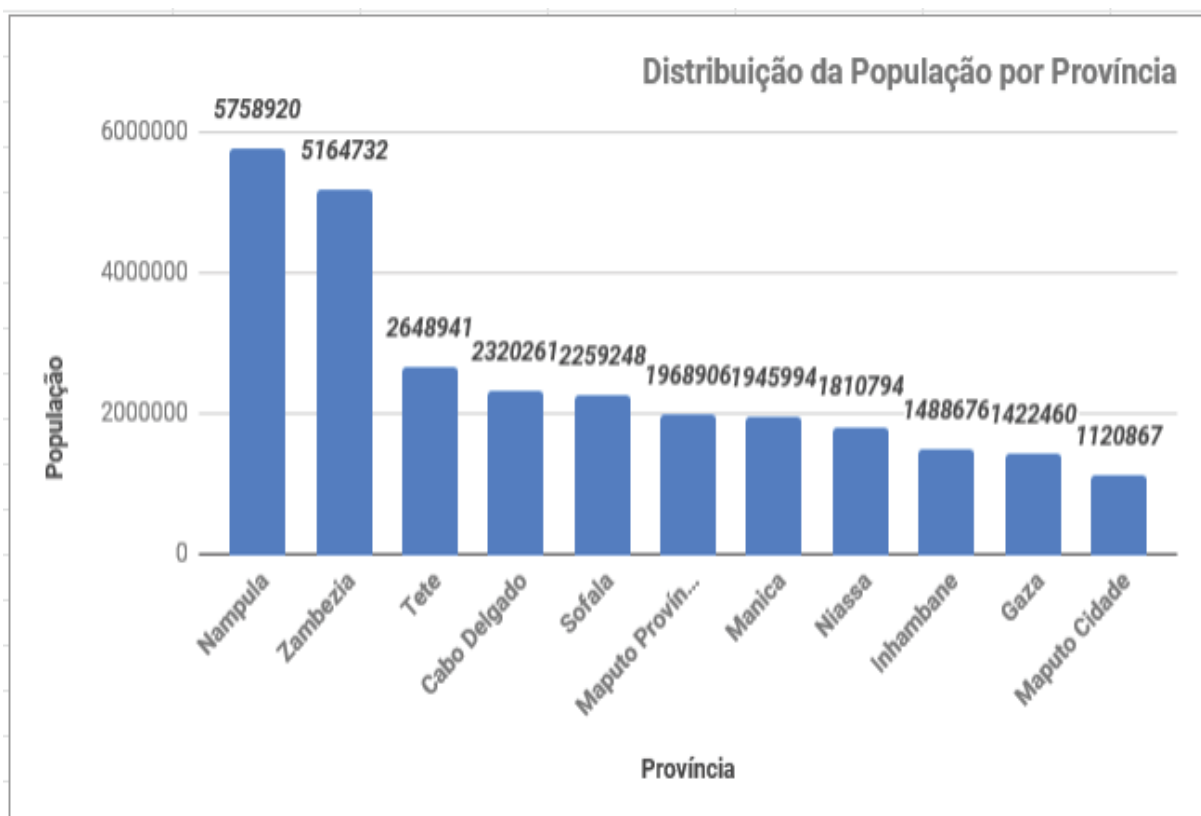
Considerando que a utilização de meios tecnológicos pode depender do tipo de fonte de energia, os resultados do IV Recenseamento Geral da População e Habitação de 2017 mostram que a maioria dos agregados familiares (41%) em Moçambique usa a pilha, seguida de 22,2% que recorre a energia elétrica e o restante dos agregados usa a lenha (12,2%), petróleo ou parafina (7,6%), baterias (5,9%), velas (4%), gerador elétrico ou placa solar (3,2%), gás (01%) e outros (3,2%). Ainda segundo esta mesma fonte, 26,4% da população detém telemóvel ou celular, 6,6% tem acesso a *internet* e 4,4% da população usa computador.

3.1.7 Distribuição Espacial da População

A distribuição da população em Moçambique está associada a fatores políticos (guerra colonial, guerra civil,), ambientais (calamidades naturais), económicos (pobreza, diferenças de recursos entre os lugares, aspirações a melhores condições de vida, globalização da economia), e religiosos (ARAÚJO, 2003; MONTANARI, 2002 apud RAIMUNDO & MUANAMOHA, 2013). A maioria da população vive nas áreas rurais em assentamentos dispersos e concentrados nas áreas urbanas (ARAÚJO, 1997). A percentagem da população rural para o ano de 2017 foi estimada em 66,6 % e a urbana em 33,4%.

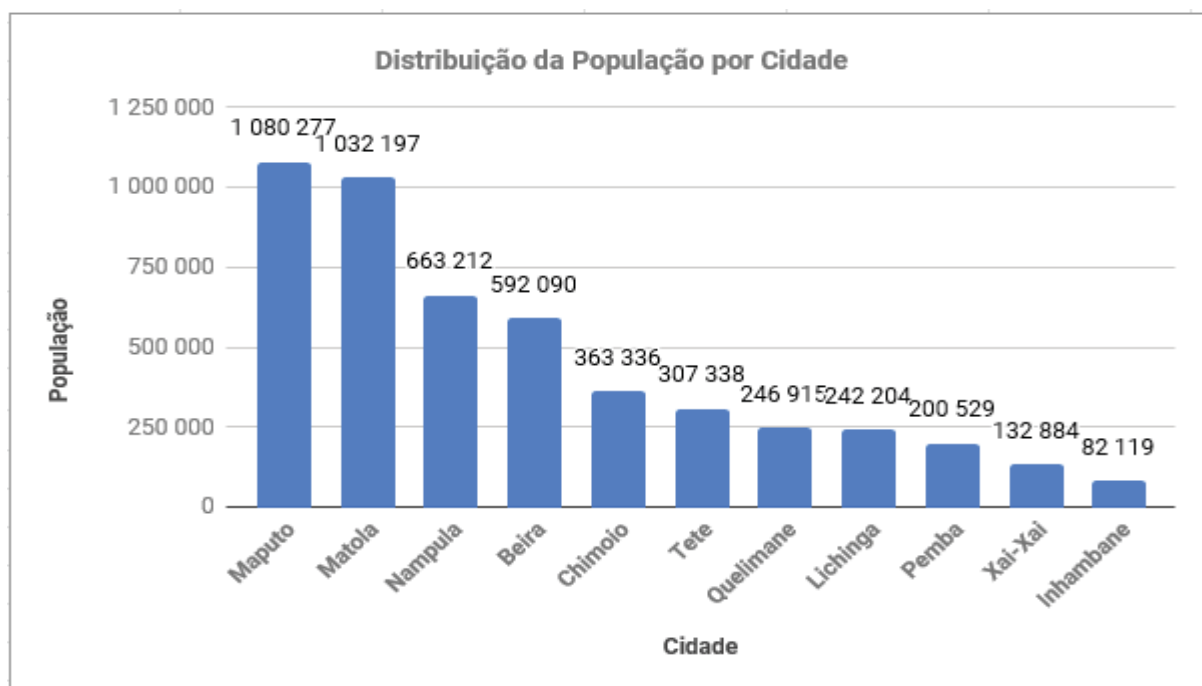
A nível provincial destacam-se as províncias de Nampula e Zambézia, que juntas concentram 39 % da população, segundo apresentado no gráfico 1; apesar da capital (Maputo cidade) com categoria de província, apresentar menor tamanho da população, esta apresenta maior densidade e é a cidade com maior número de população, como se pode ver no gráfico 2.

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR PROVÍNCIA



FONTE: INE (2017).

GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR CIDADE



FONTE: INE (2017).

3.1.8 Área de Estudo

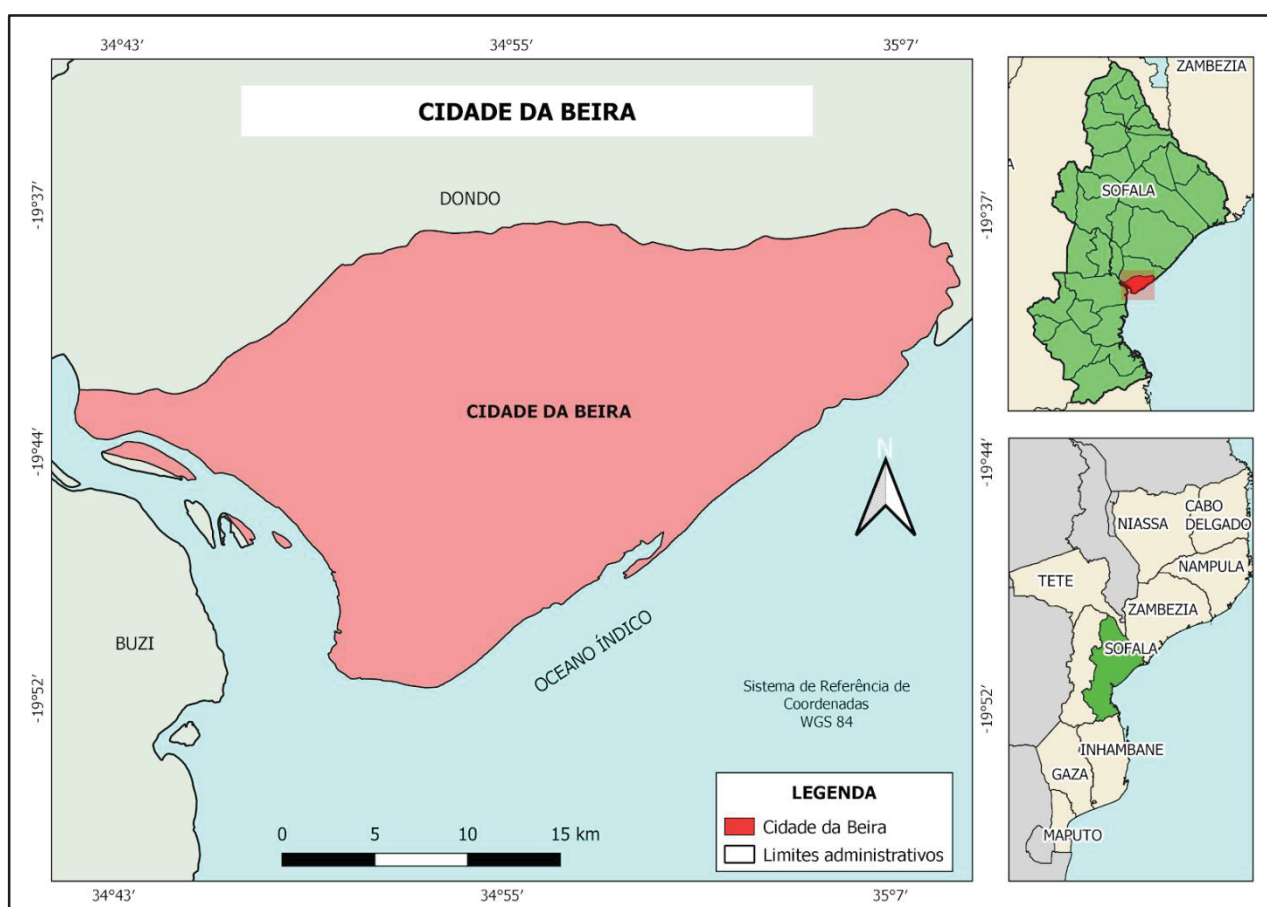
A área de estudo em avaliação na presente pesquisa é o Município da Cidade da Beira, localizado na província de Sofala, na região centro de Moçambique. Teve-se em conta a sua extensão considerando a divisão administrativa para avaliar a evolução dos dados OSM num intervalo de cinco anos, isto é, de 2015 a 2019 usando indicadores intrínsecos de qualidade como proposto por Neis et al. (2012) para analisar a completude da rede viária e usuários; Tian et al. (2019) para analisar a evolução e a completude das edificações.

Atendendo as ações de mapeamento colaborativo que podem ser guiadas pela ocorrência de desastres naturais ou crises humanitárias tal acontece com os projetos da HOT, é relevante debruçar-se sobre a vulnerabilidade e fenômenos catastróficos que tiveram como palco a cidade da Beira. No dia 14 de Março de 2019 esta cidade, foi afetada pelo Ciclone Tropical Idai, de Categoria 4, com ventos fortes (180 - 220 km/h) e chuvas intensas (mais de 200 mm em 24 horas), abrangendo também províncias e países vizinhos (INM, 2019). O ciclone Idai

destruiu a cidade em 90 % e vitimou mais de 600 pessoas, deixando feridas 1.641 e 1 milhão necessitando de serviços essenciais de saúde (INGC, 2019).

A Cidade da Beira é a segunda maior do país depois da capital Maputo; a sua designação é referente à homenagem ao príncipe de Portugal, Dom Luís Filipe da Beira, ocorrido em 1734. Os seus limites estão definidos da seguinte forma: Norte, pelo distrito de Dondo; Sul e Este, pelo Oceano Índico; e Oeste pelo distrito de Búzi, como representado no mapa de localização da área de estudo na FIGURA 16.

FIGURA 16 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: Autor (2019).

3.1.9 Caracterização da Área de Estudo

3.1.9.1 Divisão administrativa

Esta etapa descreve a organização das unidades administrativas que serão tomadas em consideração para verificar a variabilidade da qualidade dos dados OSM no tempo e no espaço.

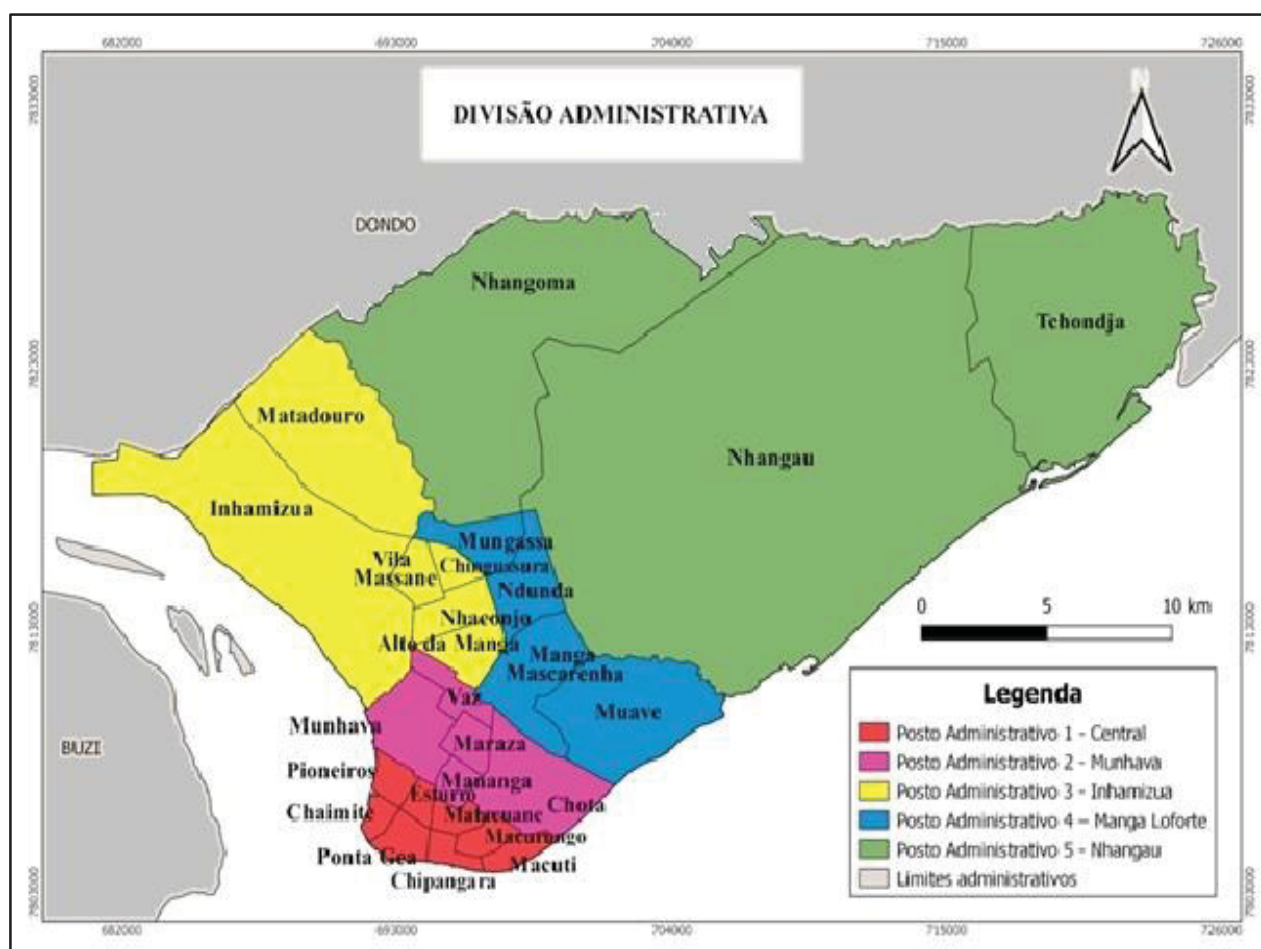
A Cidade da Beira tem uma extensão de 631 Km² correspondente a 0,9% do território da Província (Sofala) estimado em 68.018 km². Em termos organizacionais, é composta por cinco postos administrativos e 26 bairros, como segue no QUADRO 6 e no mapa sobre a distribuição dos postos administrativos e bairros da FIGURA 17.

QUADRO 6 - POSTOS ADMINISTRATIVOS E BAIRROS

Ordem	Posto Administrativo	Bairro
01	Posto Administrativo 1 – Central	Chaimite, Chipangara, Esturro, Macurungo, Macúti, Matacuane, Pioneiros e Ponta Gêa.
02	Posto Administrativo 2 - Munhava	Munhava-Central, Chota, Mananga, Maraza e Vaz.
03	Posto Administrativo 3 - Inhamizua	Inhamizua, Alto da Manga, Chingussura, Inhaconjo, Matadouro e Vila Massane
04	Posto Administrativo 4 – Manga Loforte	Manga Mascarenhas, Muave, Mungassa e Ndunda
05	Posto Administrativo 5 – Nhangau	Nhangau, Nhangoma e Tchonja

FONTE: Autor (2019).

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS ADMINISTRATIVOS E BAIRROS



FONTE: Autor (2019).

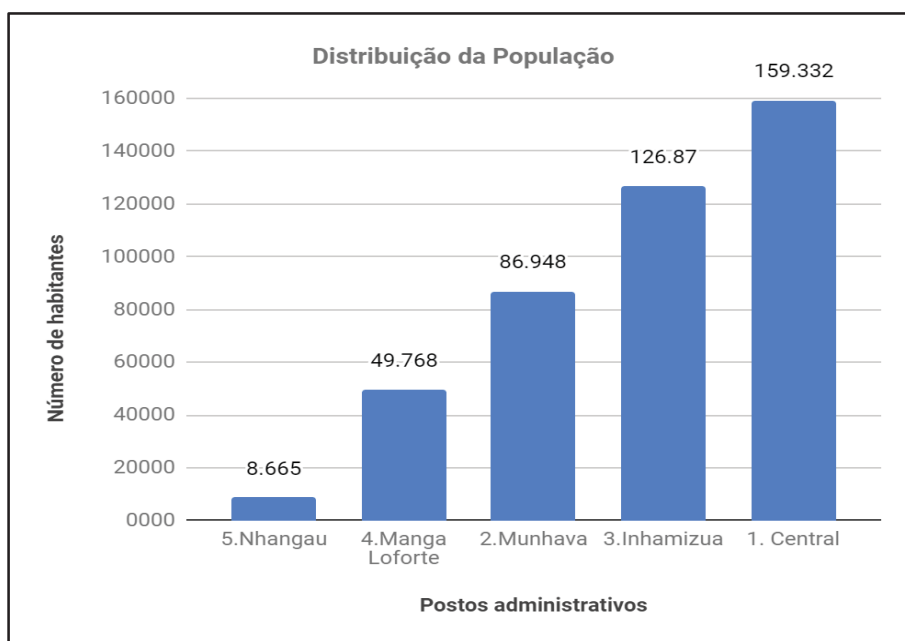
3.1.9.2 Aspectos socioeconômicos

Sendo um dos objetivos deste trabalho estabelecer a correlação entre a qualidade dos dados e a densidade demográfica, em seguida é apresentada a situação sobre a distribuição da população e algumas potencialidades econômicas que podem ter impacto no mapeamento da área de estudo.

Segundo os resultados do IV recenseamento geral da população e habitação de 2017, a Cidade da Beira apresenta o maior efetivo populacional da província, estimado em 592.090 habitantes, sendo 295.362 do sexo masculino e 296.728 do sexo feminino, assim como uma densidade populacional de 938 hab./km² (INE, 2019). Considerando as projeções feitas para a Cidade da Beira referente aos anos 2013 e 2014, tendo em conta os resultados do censo de 2007, cuja população foi estimada em 431,583 habitantes, a sua distribuição constatou-

se maior nos postos administrativos, Central, Inhamizua, Munhava e menor para os postos administrativos da Manga loforte e Nhangau, como está apresentado no Gráfico 3. O posto administrativo Central apresenta maior densidade populacional dado que, integra os bairros mais antigos e que deram origem a cidade assim como o início do processo de urbanização do município. Os restantes constituem áreas de expansão urbana ou residências recentes.

GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO PELOS POSTOS ADMINISTRATIVOS



FONTE: INE, (2007)

A economia da Cidade da Beira tem sua maior contribuição nas atividades industriais e comerciais. Pois apresenta o segundo maior parque industrial do país que oferece oportunidades de emprego direto e coleta de imposto significativo.

De entre estas potencialidades, destaca-se o porto da Beira considerado o terceiro maior do país depois do porto de Maputo e Nacala, e estabelece ligação entre Moçambique e os países do interior da região austral da África. O porto integra um sistema de complementaridade dos seus serviços denominado corredor da Beira, constituído por duas linhas ferroviárias, uma estrada nacional e um oleoduto que interligam o porto ao interior da província, região centro do país e aos países vizinhos tais como Zimbabwe, Malawi e Zâmbia no escoamento de produtos.

3.1.9.3 Aspectos físico-geográficos

A Cidade da Beira foi erguida e desenvolveu-se sobre uma planície aluvial pantanosa de baixa altitude com inclinação a SE, formada por sedimentos pleistocênicos e holocênicos transportados pelos rios Búzi e Pungué, e uma drenagem natural deficiente (MUCHANGOS, 1999). O seu relevo é caracterizado por uma planície litoral que se estende pela maioria da costa Moçambicana, com uma altitude que varia de 6 a 20 m e declividade suave (MUCHANGOS, 1999).

Devido a estas características naturais que o colocam abaixo do nível médio das águas do mar, torna-se vulnerável a marés que variam de 0,3 a 0,6 m (baixas) e 0,7 a 0,9 m (altas), (MUCHANGOS, 1999), e inundações no período chuvoso devido ao maior contributo em escoamentos dos rios a montante. O que torna esta urbe ciclicamente vulnerável a cheias e ciclones.

O clima da Beira é do tipo tropical úmido influenciado pelos ventos de Monção com duas estações, sendo uma seca (de abril a outubro) e outra úmida (de novembro a março).

3.2 FONTES DE DADOS

O processo de coleta de dados referentes à área de estudo, recorreu a fontes oficiais (CENACARTA, INE e INGC) para Informações estatísticas e bases cartográficas enquanto que, para dados colaborativos do OSM considerou-se a consulta da ferramenta *ohsome* API sobre o histórico dos dados da rede viária, edificações e usuários ou contribuintes.

3.2.1 Fontes de Dados Oficiais

Os dados cartográficos da área de estudo e seu enquadramento, adquiridos a partir de fontes oficiais, compreenderam a base cartográfica sobre a divisão administrativa do país (Moçambique) disponíveis ao nível do posto administrativo em formato vetorial *shapefile* no geoportal da ANM (CENACARTA) a escala de 1:250.000. Em relação à Cidade da Beira, foi adquirida uma base cartográfica com a respectiva divisão administrativa até ao nível de bairros disponibilizada pelo INGC.

Os dados estáticos sobre a distribuição da população na área de estudo foram adquiridos na página *web* do INE (Instituto Nacional de Estatísticas), onde são disponibilizadas informações referentes ao censo de 2017 até ao nível do distrito. Sendo assim, os dados de população usados para o nível de bairro, são do censo de 2007, e a diferença de efetivo populacional entre os dois períodos (2007 e 2017) é de 160,507 habitantes.

Tomando em conta o fato de a demografia influenciar a qualidade dos dados na medida em que, quanto maior for o tamanho da população melhor é a completude dos dados em uma dada área urbana (HAKLAY, 2010). Assim, o aumento da população de 2007 á 2017 pode ter um impacto positivo sobre a qualidade dos dados na cidade da Beira.

3.2.2 Fontes de Dados OSM

Os dados OSM usados nesta pesquisa são referentes ao período de 2015 a 2019, adquiridos a partir da ferramenta *ohsome* API. Esta ferramenta de consulta está inserida na plataforma Ohsome, um *software* que aplica a tecnologia *big data* sobre o histórico completo dos dados OSM desde a sua criação em 2004 (AUER et al., 2018), desenvolvido pela equipe de análise de dados espaciais da HeiGIT com o objetivo de facilitar o acesso e análise da qualidade intrínseca dos dados a nível global.

A interface desta plataforma apresenta opções de consulta de dados por (API) em três níveis (AUER et al., 2018) designadamente, *ohsome* API, OSHDB-API e o *raw data access*. A *Ohsome* API, apresenta modelos de consulta de dados via web (http) de elementos OSM por área, cumprimento, contagem, perímetro e usuários. Os resultados são dados em arquivos de formato CSV, JSON ou GeoJSON (Ohsome, 2019).

A OSHDB API, apresenta uma interface de consulta sobre os dados OSM em linguagem de programação Java num repositório GitHub; permitindo a realização de análises mais avançadas (AUER et al., 2018).

O último nível corresponde ao acesso direto de dados brutos da OSM no banco de dados, requer uma análise rigorosa sobre a interpretação correta dos resultados da consulta solicitada (AUER et al., 2018).

O modelo de consulta por *ohsome* API usado para vias e edificações, solicitava a introdução da informação sobre a geometria (coordenadas), a *key* ou *tag* e o período em referência. Dada a necessidade de avaliação temporal dos dados OSM na Cidade da Beira, o período foi marcado de 01 de janeiro de 2015 a 01 de julho de 2019 e as *tags* escolhidas, estão vinculadas a vias (*highway*) e edificações (*building*). Como se pode ver nos *links* abaixo:

- <https://api.ohsome.org/v0.9/elementsFullHistory/geometry?bboxes=34.72533,-19.8553,35.1580,-19.6073&keys=highway&properties=tags,metadata&showMetadata=false&time=2015-01-01,2019-07-01>.
- <https://api.ohsome.org/v0.9/elementsFullHistory/geometry?bboxes=34.72533,-19.8553,35.1580,-19.6073&keys=building&properties=tags,metadata&showMetadata=false&time=2015-01-01,2019-07-01>.

Os dois arquivos (rede viária e edificações) resultantes da consulta, apresentavam camadas em três formatos geométricos, pontos, linhas e polígonos. Mas, para presente avaliação dos indicadores de qualidade intrínseca dos dados OSM, limitou-se a geometria sobre linhas (*linestring*) para a rede viária e polígono para as edificações, dado que estas entidades é que apresentam maior número de objetos como se pode ver na FIGURA 18 sobre características geométricas dos dados OSM usados.

FIGURA 18 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS DADOS OSM USADOS

ID da camada	Nome da camada	Número de feições	Tipo de geometria
0	beira_vias	29	Point
0	beira_vias	24235	LineString
0	beira_vias	2	Polygon

ID da camada	Nome da camada	Número de feições	Tipo de geometria
0	ohsome_building	14	Point
0	ohsome_building	11	LineString
0	ohsome_building	345087	Polygon

FONTE: OSM (2019).

Ainda a partir da ferramenta *ohsome* API, adquiriu-se dados sobre o número de usuários ou contribuintes ao longo dos cinco anos de análise, através de um arquivo CSV para vias e edificações.

Todo o processo sobre a análise, manipulação e organização dos dados espaciais tanto provenientes de fontes oficiais assim como do mapeamento colaborativo, foi realizado no ambiente SIG, usando o *software* livre QGIS versão 3.4.

3.3 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE

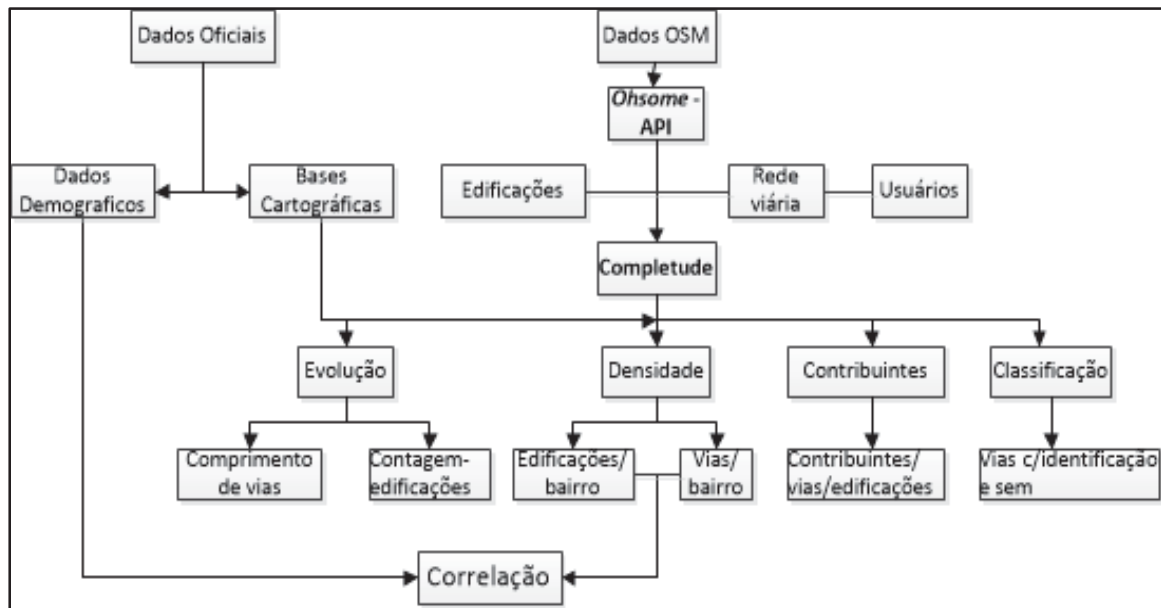
A indisponibilidade de dados oficiais para efeitos de comparação as informações colaborativos, contribuiu para um processo de estabelecimento de métodos intrínsecos de mensuração da qualidade do VGI (GOODCHILD & LI, 2012; ANTONIOU & SKOPELITI, 2015; SENARATNE et al., 2017; MINGHINI & FRASSINELLI, 2019); métodos baseadas nos próprios sistemas VGI, têm sido propostas para avaliar a qualidade dos dados colaborativos em termos de sua completude, acurácia posicional, temática, temporalidade, consistência lógica e usabilidade, conforme citam Goodchild e Li (2012).

Na área de estudo não estão disponíveis dados de referência que podiam servir de base para avaliar comparativamente a qualidade dos dados OSM. Por conseguinte, a mensuração da qualidade dos dados colaborativos da área de estudo é feita com base nas características peculiares da plataforma OSM sobre o histórico dos dados.

Nesta etapa faz-se a avaliação dos indicadores de qualidade intrínseca dos dados OSM na Cidade da Beira, através da verificação da sua completude em relação às vias, edificações e número de usuários. A mensuração da completude consistiu no primeiro momento em compreender a evolução anual da rede viária e edificações OSM num período de cinco anos, de 01 de janeiro de 2015 a 01 de julho de 2019.

No segundo momento procurou-se verificar a completude em termos de densidade das vias e edificações ao nível dos bairros da Cidade da Beira, e no terceiro analisou-se a completude dos atributos para determinar a dimensão de vias classificadas por nome e sem nome. Por último procurou-se verificar a variação anual do número de contribuintes durante o período de análise. A FIGURA 19 abaixo descreve as etapas de avaliação dos parâmetros de qualidade.

FIGURA 19 - FLUXOGRAMA SOBRE AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE



FONTE: Autor (2019).

3.3.1 Evolução dos Dados OSM

A avaliação temporal dos dados OSM tem sido usada para determinar a completude considerando como seu indicador de mensuração o número de elementos produzidos nesse período (GROCHENIG et al., 2014). A verificação da evolução dos dados OSM num determinado espaço é relevante pois, permite entender a tendência da produção dos dados e caso for crescente pode dar indicação de estar a beneficiar de informações confiáveis considerando o aumento de contribuintes que corrigem as informações incorretas (ARSANJANI et al., 2015).

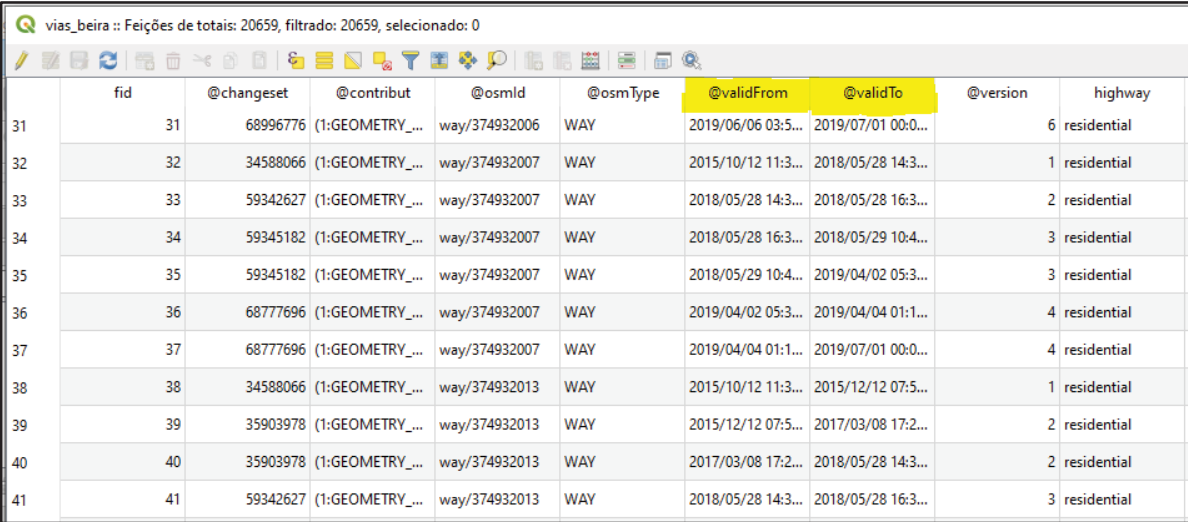
3.3.2 Evolução da Rede Viária

A avaliação do comprimento das linhas que formam a rede viária OSM sobre a área de estudo, permitiu verificar a evolução da sua completude anual. Este parâmetro de qualidade consistiu no cálculo do comprimento das vias em quilômetros num intervalo anual descontínuo. Para a determinação dos intervalos anuais sobre a produção dos elementos OSM, recorreu-se à ferramenta de seleção do software QGIS conforme mostra a expressão abaixo:

"@validFrom" >= '2015/01/01 00:00:00.000' and "@validTo" <= '2016/01/01 00:00:00.000'

Esta seleção foi possível pois, como se pode ver na FIGURA 20 a tabela de atributos das camadas OSM adquiridas, apresentam intervalos periódicos de ocorrência das edições “(@validFrom; @validTo)”.

FIGURA 20 - ORGANIZAÇÃO DA TABELA DE ATRIBUTOS DOS DADOS OSM USADOS



	fid	@changeset	@contributor	@osmId	@osmType	@validFrom	@validTo	@version	highway
31	31	68996776	(1:GEOMETRY_...	way/374932006	WAY	2019/06/06 03:5...	2019/07/01 00:0...	6	residential
32	32	34588066	(1:GEOMETRY_...	way/374932007	WAY	2015/10/12 11:3...	2018/05/28 14:3...	1	residential
33	33	59342627	(1:GEOMETRY_...	way/374932007	WAY	2018/05/28 14:3...	2018/05/28 16:3...	2	residential
34	34	59345182	(1:GEOMETRY_...	way/374932007	WAY	2018/05/28 16:3...	2018/05/29 10:4...	3	residential
35	35	59345182	(1:GEOMETRY_...	way/374932007	WAY	2018/05/29 10:4...	2019/04/02 05:3...	3	residential
36	36	68777696	(1:GEOMETRY_...	way/374932007	WAY	2019/04/02 05:3...	2019/04/04 01:1...	4	residential
37	37	68777696	(1:GEOMETRY_...	way/374932007	WAY	2019/04/04 01:1...	2019/07/01 00:0...	4	residential
38	38	34588066	(1:GEOMETRY_...	way/374932013	WAY	2015/10/12 11:3...	2015/12/12 07:5...	1	residential
39	39	35903978	(1:GEOMETRY_...	way/374932013	WAY	2015/12/12 07:5...	2017/03/08 17:2...	2	residential
40	40	35903978	(1:GEOMETRY_...	way/374932013	WAY	2017/03/08 17:2...	2018/05/28 14:3...	2	residential
41	41	59342627	(1:GEOMETRY_...	way/374932013	WAY	2018/05/28 14:3...	2018/05/28 16:3...	3	residential

FONTE: OSM (2019).

Para dar suporte a justificativa sobre a variação anual no comprimento da rede viária, busca-se a consulta do histórico a partir da plataforma OSM sobre os *changeset* constantes na tabela de atributos das feições referentes a um determinado ano.

A visualização da evolução da rede viária foi feita através de mapas e gráficos dentro do período em análise.

3.3.3 Evolução das Edificações

A técnica de contagem de edificações visa determinar o número de construções em uma determinada região e pode ser considerada como forma de medir a completude dos elementos OSM (TIAN et al., 2019). A avaliação deste parâmetro na área de estudo, teve em conta o número de objetos por ano correspondentes às edificações no período em referência (2015 a 2019).

A contagem dos elementos no período em causa não considerou a divisão administrativa (bairros), mas sim a área total do município. Este processo tinha por objetivo verificar a variabilidade das contribuições através da comparação anual do número de elementos mapeados.

Esta técnica além de possibilitar a comparação dos dados em períodos diferentes, também pode conduzir a percepção dos fatores que influenciam a sua dinâmica (TIAN et al., 2019) dos quais, econômicos, demográficos, desastres naturais (HAKLAY et al., 2014). A realização destes procedimentos metodológicos foi possível com recurso ao QGIS, para a seleção dos dados por intervalos anuais e a contagem automática usando a ferramenta de resumo estatístico.

3.3.4 Densidade da Rede Viária

Strano et al. (2012) analisaram quantitativamente o crescimento da rede viária da cidade de Milão (Itália) a partir de dois processos elementares, densificação (referente ao aumento da densidade ou concentração local de vias em torno de centros urbanos existentes) e exploração (correspondente ao surgimento de novas vias que dinamizam o processo da urbanização). Embora referir que, no presente tópico somente será tratada a densidade ou estabelecimento da distribuição dos elementos em função da sua área.

Corcoran et al. (2013) basearam-se também da mesma metodologia (densificação e exploração) para analisar o crescimento da rede viária OSM na região de Maynooth, na Irlanda. Tendo se mostrado relevante para entender os fatores da distribuição e crescimento das vias locais nos centros urbanos.

A avaliação da distribuição espacial da rede viária OSM a partir da sua densidade em uma determinada área tem sido usada para a medição da completude possibilitando fazer comparações anuais e verificar variações entre as pequenas áreas (bairros) que constituem uma determinada cidade.

Nesta etapa avalia-se a completude dos dados OSM em função da densidade da rede viária ao nível dos bairros da Cidade da Beira. Este processo foi realizado para todos os 26 bairros que constituem a área total da cidade de modo, a compreender-se a sua cobertura espacial.

A densidade da rede viária foi determinada usando a calculadora de campo no Qgis, através da divisão do comprimento das vias (\$length) pela

respectiva área (\$área) e multiplicado por mil (1000) para minimizar o efeito da área do bairro, conforme a seguinte fórmula ($\$length/\$area \cdot 1000$)

Segundo Neis et al. (2013), o uso da área administrativa ou geográfica para a avaliação da completude requer uma normalização de modo a reduzir a influência da extensão da cidade sobre os resultados. Este procedimento visa refletir a quantidade de objetos contidos numa determinada unidade geográfica independente da sua extensão, pois na área de estudo os bairros mais afastados ou de expansão apresentam uma área maior e menor número de elementos.

A visualização sobre a distribuição espacial dos dados pelos bairros baseou-se na classificação graduada em cinco classes representadas em quebras naturais.

3.3.5 Densidade de Edificações

A avaliação da densidade das edificações tem sido usada e proposta como indicador de completude dos dados OSM em uma determinada região, (HECHT et al., 2013; TÖRNROS et al., 2015; ZHOU, 2018).

A densidade em relação às edificações foi verificada em função da unidade administrativa que constitui o município da Cidade da Beira. A unidade administrativa usada para o cálculo da densidade dos dados OSM é o bairro, cuja completude é verificada pela variação da sua distribuição ao nível da área total para cada ano.

Usando a calculadora de campo do Qgis, a densidade de elementos em uma determinada área administrativa (bairro) foi calculada em termos de proporção entre o número de edificações em relação à área da respectiva unidade em quilômetros quadrados (km²). Através deste procedimento, efetuou-se a classificação graduada em quebras naturais, com vista a verificação da sua cobertura pelos bairros, facilitando assim a avaliação da completude ou sua comparação pelas diferentes unidades da área total.

3.3.6 Classificação das Vias

A avaliação qualitativa ou quantitativa dos atributos de identificação das vias OSM numa determinada área, tem sido enquadrada como um processo de

mensuração da sua acurácia temática ou completude (KOUNADI, 2009; NEIS et al., 2012). Este procedimento consiste na quantificação das vias com atributos de identificação (nome ou número) e o seu resultado pode ajudar a entender o nível de domínio sobre o conhecimento local do usuário (VAN EXEL et al., 2010; NEIS et al., 2012).

O seu cálculo é determinado pela percentagem ou extensão de vias que apresentam ou não o respectivo nome ou número em uma rede viária numa determinada região ou a partir de uma grade regular (KOUNADI, 2009).

Neste trabalho, o procedimento foi enquadrado na avaliação da completude de atributos. Baseado na metodologia acima descrita, a sua determinação consistiu na comparação entre o comprimento em quilómetros (km) de vias cujos atributos apresentam o nome e as que não consta.

A quantificação do comprimento das vias considerou a extensão total da área de estudo, isto é, sem considerar a divisão administrativa (bairro), e a verificação da sua distribuição consistiu na elaboração de um mapa temático sobre a área em avaliação visualizando a classificação das vias em cores diferentes. Este processo foi avaliado para o ano de 2019, considerando o facto de apresentar quantidade significativa de elementos.

A seleção de vias que apresentam ou não atributos de identificação, foi realizada usando a calculadora de campo do Qgis, através da expressão, *sum ("length", "name" is not null)*.

3.3.7 Número de Contribuintes

A aplicação de procedimentos referentes à mensuração do número de contribuintes visa verificar a evolução de participações em atividades de mapeamento colaborativo assim como compreender as influências da sua variação. Este processo insere-se na avaliação das atividades dos usuários sobre a completude (NEIS et al., 2012) em uma determinada região dado que, fatores relacionados a intervenções humanitárias tal como acontece com as campanhas da HOT, tem contribuído rapidamente para a produção de dados e o respectivo número de contribuintes (AUER et al., 2018).

A avaliação do número de contribuintes na área de estudo consistiu na sua verificação mensal ao longo dos cinco anos em avaliação neste trabalho. O número de contribuintes foi determinado em relação às vias e edificações, a partir de dois arquivos em formato CSV adquiridos na através da ferramenta *ohome* API por intervalos mensais, referentes ao período de 2015 a 2019, isto é, a contagem do número de contribuintes ao longo dos cinco anos é feita de forma mensal.

3.4 CORRELAÇÃO DOS DADOS

A verificação da correlação dos dados na área de estudo, visou testar se o tamanho da população na área de estudo, apresenta alguma relação sobre a qualidade dos dados. A avaliação da qualidade dos dados do mapeamento colaborativo, a partir da correlação, pode ser feita em função dos aspectos econômicos, demográficos, culturais, etc. (ANTONIOU & SKOPELITI, 2015).

A determinação da correlação nesta pesquisa foi condicionada pela disponibilidade de dados da área de estudo sobre a situação socioeconômica, cultural e demográfica. Assim, sendo que os dados disponíveis são referentes a população, a avaliação da correlação consistiu em comparar a completude sobre a densidade da rede viária e edificações em relação a densidade populacional ou demográfica ao nível do bairro.

Para o enquadramento da classificação, adotou-se a técnica usada por Camboim et al. (2015), baseada no coeficiente de Pearson, na qual estabelece três níveis, sendo o primeiro considerado de correlação forte (0,70), o segundo moderado (0,40 a 0,69) e o terceiro considerado fraco (0,39).

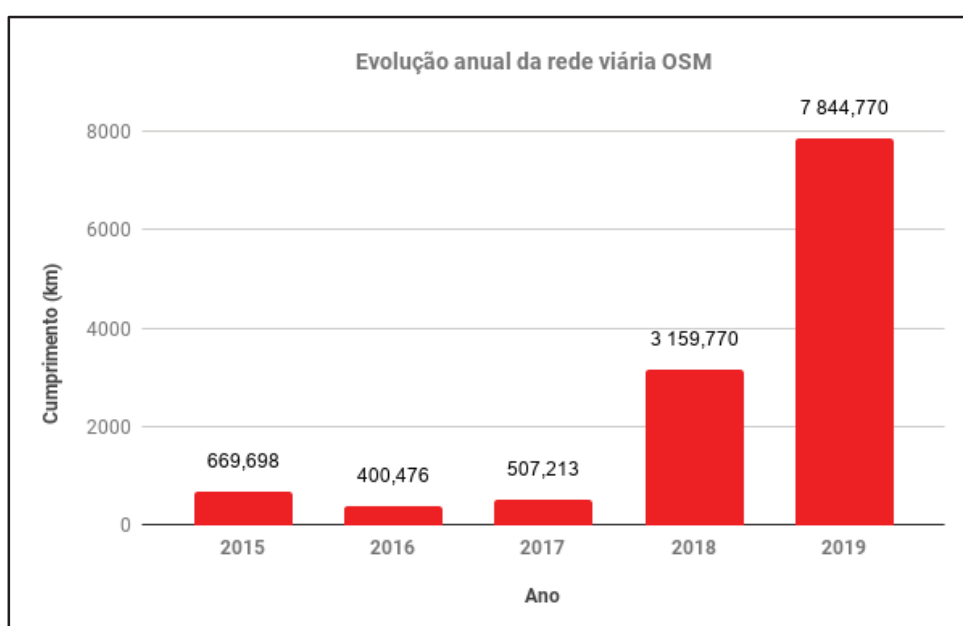
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EVOLUÇÃO DA REDE VIÁRIA

No GRÁFICO 4 são apresentados os dados referentes à evolução anual da rede viária da Cidade da Beira no período de 2015 a 2019. Verificando-se uma variação notável em termos de crescimento ou cobertura da rede, sobretudo a partir de 2018 a 2019.

Em 2015 o comprimento das vias foi registado em 669,698 km e em 2019 em 7.844,77 km representando um crescimento de cerca de 12 vezes em relação ao ano de início. Esta evolução demonstra um crescimento considerável ocorrido nos últimos dois anos sobre a rede viária OSM na área de estudo.

GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DA REDE VIÁRIA OSM ENTRE 2015 a 2019



FONTE: Autor (2019).

Segundo a distribuição espacial da rede viária na área de estudo (ver os mapas no apêndice I), o mapeamento nos primeiros três anos (2015, 2016 e 2017) abrangeu as vias principais ou avenidas da área urbanizada com infraestruturas organizadas; e em 2018 há um crescimento da rede representando ainda vias ou ruas principais de bairros afastados do centro da cidade.

O ano 2019 apresenta uma cobertura considerável em termos de representatividade das vias, isto é, que contemplam as principais vias ou

avenidas, ruas da área urbana assim como caminhos ou vias residenciais que não dispõem de topônimos. Das consultas feitas sobre o histórico do dado (comentários aos *changeset*), as contribuições decorridas de 2015 a 2018 podem ser atribuídas ao processo normal de participação dos cidadãos na integração de principais vias urbanas e atividades de logística ligadas ao transporte uma vez que a cidade da Beira constitui o principal corredor de no abastecimento dos países do interior da região da África Austral através do porto da Beira.

Para o ano 2019 o acentuado crescimento de edições sobre as vias OSM, teve a sua influência nas campanhas de mapeamento sobre o ciclone Idai tal como sucede com o lançamento dos seguintes projetos: *Hotosm - Project - 5839 #Cyclone Idai #Missing Maps #Mozambique Request for Basemap*; *Hotosm - Project - 5903 #Cyclone Idai #Missing Maps #Mozambique - Digitizing roads and waterways*.

4.2 EVOLUÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

O resultado sobre a contagem de edificações no período em análise, é representado pelo Gráfico 5 abaixo, onde verifica-se uma variabilidade anual acentuada na evolução dos dados OSM. A diferença de número de elementos mapeados entre o ano inicial e final resultou em 186.892 isto é, o número de edificações em relação ao primeiro ano aumentou em cerca de 6.500 vezes.

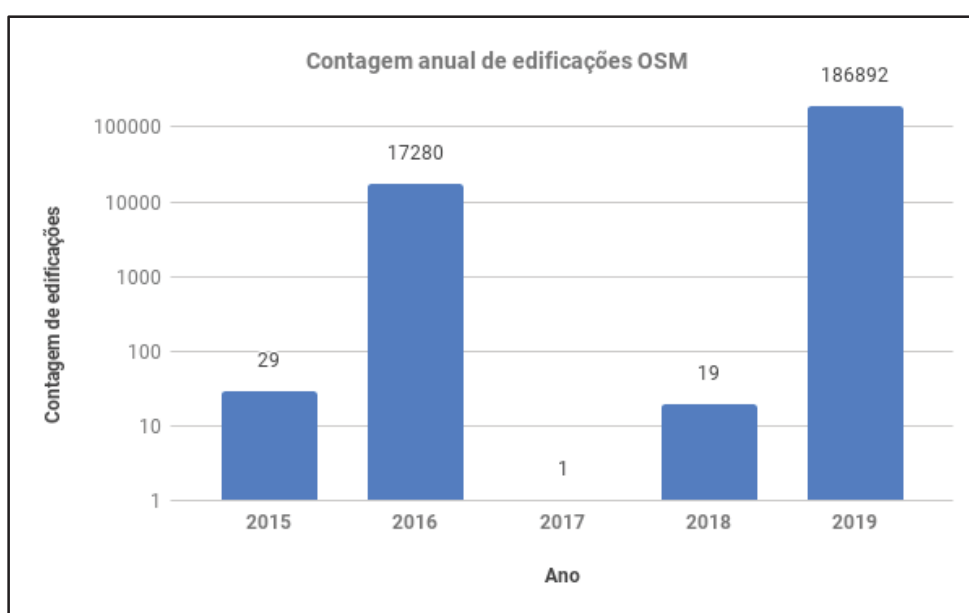
Embora no ano 2016 tenha-se registrado um aumento significativo, a sua diferença em relação ao ano de pico 2019, acentuou-se em 169.612 ou em 108 vezes. Recorrendo ao histórico sobre comentários dos dados (*changeset*), as edições sobre os anos 2015, 2017 e 2018 estão relacionadas a partições por interesses em pequenos serviços comerciais ou turismo.

Quinn (2017) constatou que a integração ao *Openstreetmap* desperta o interesse do setor privado ou estatal sobre a cobertura espacial dos seus serviços. A cidade da Beira além de apresentar um potencial em termos de infraestruturas ferro-portuárias, tem o comércio como uma atividade dominante que dada a sua cadeia em termos de dinâmica pode motivar o mapeamento por equipamentos (lojas, mercados, restaurantes, hotéis, bancos, parque, paragens, parques de combustível, padarias). Também do outro lado o estado ou os cidadãos podem

necessitar de representar as instituições públicas (escolas, hospitais, postos policiais, direções provinciais, portos, aeródromos, museus, bibliotecas, igrejas, campos desportivos).

Na verificação de atributos sobre os dados dos anos 2015, 2017 e 2018 alguns objetos identificados por nome, estão relacionados ao sector industrial (e. g. oficinas, armazéns, depósitos e instituição de formação profissional) localizado no centro da cidade.

GRÁFICO 5 - CONTAGEM DE EDIFICAÇÕES OSM ENTRE 2015 a 2019



FONTE: Autor (2019).

Os anos 2016 e 2019 apresentam maior cobertura de equipamentos de interesse público ou privado segundo a verificação feita nos comentários e atributos dos dados. Mas o seu rápido crescimento e espontâneo abrangendo áreas periféricas e de domínio residencial está associado a necessidade de dados para interesses humanitários ligados a área de saúde pública para o ano de 2016 e desastres naturais (ciclone Idai) para o ano de 2019, levadas a cabo por ONG tais como Medecins Sans Frontieres, Banco Mundial, USAID, American Red Cross, British Red Cross e a Bing (HOT, 2018).

4.3 DENSIDADE DA REDE VIÁRIA

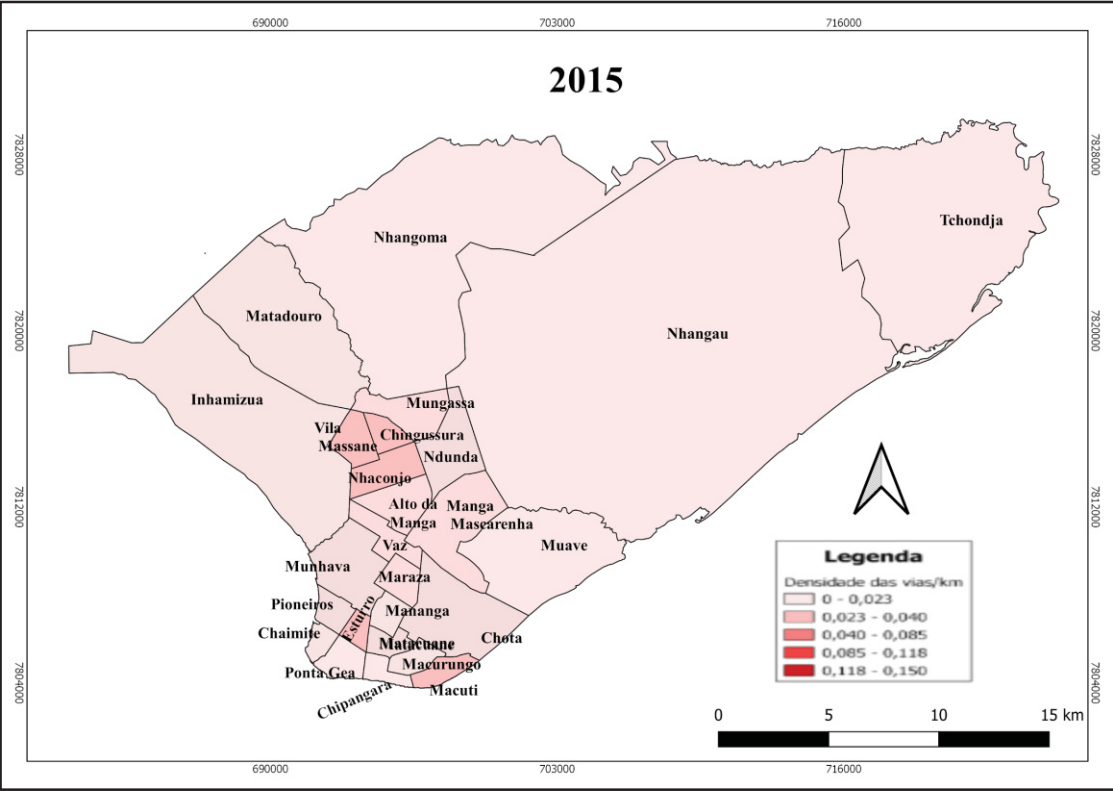
A densidade sobre a rede viária foi determinada em função da sua distribuição anual ao nível dos bairros. Com base nos mapas (a, b, c, d, e) apresentados na FIGURA 21, é descrita e analisada a dinâmica espacial da rede viária em função da área (bairro) de concentração dos elementos OSM.

Em 2015 (mapa **a**), a densidade abrangeu uma área de cerca de 0,04 km² dos bairros Vila massane, Nhaconjo, Esturro, Macuti e Chingussura; no ano seguinte 2016 (mapa **b**) o valor da área manteve-se em 0,04 km² mas abrangendo os bairros de Ndunda, Alto da Manga, Manga Mascarenha, Vaz e Maraza. Para o ano 2017 (mapa **c**) a área foi registada em cerca de 0,085 km² representando um crescimento de 0,045 km² em relação ao ano anterior 2016 nos bairros de Vaz, Maraza, Esturro, Pioneiros e Macurungo; e os anos 2018 (mapa **d**) e 2019 (mapa **e**) registaram um crescimento assinalável em termos de cobertura de áreas de maior densidade em cerca de 0,118 km².

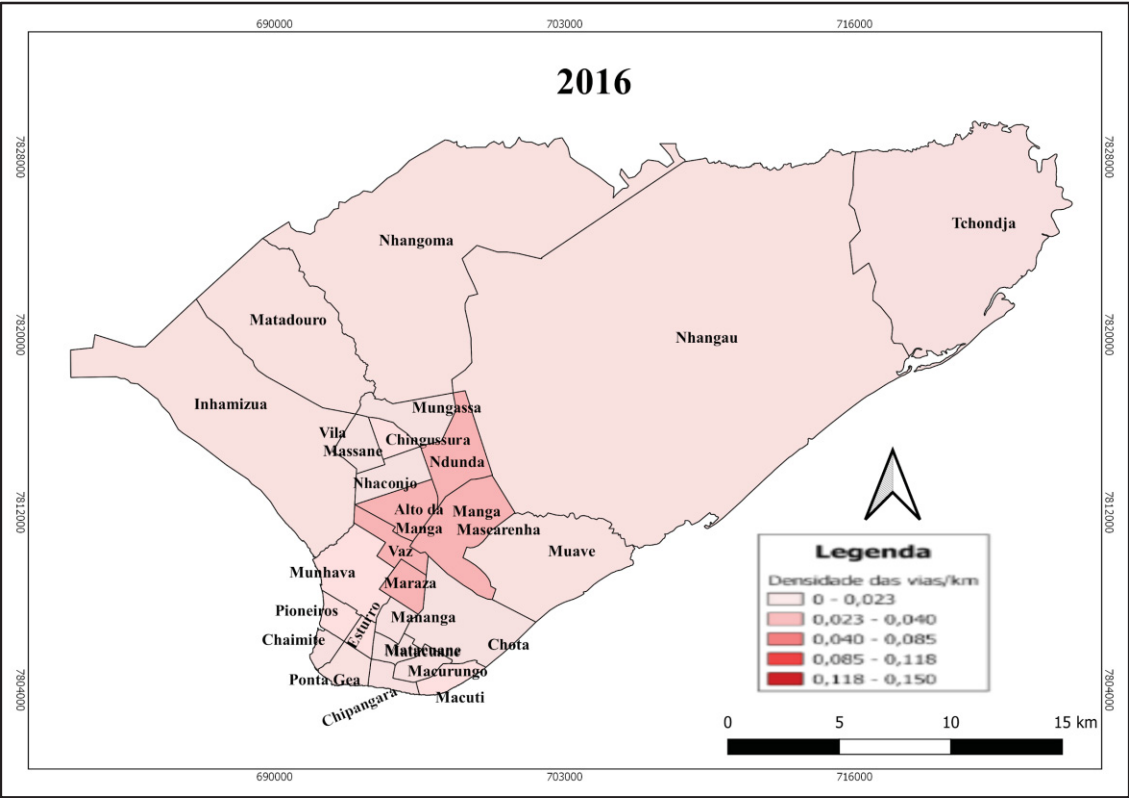
Atendendo aos resultados aqui apresentados, a densidade da rede viária foi melhorando ao longo dos cinco anos, mas variando sobre os bairros localizados no centro da cidade, que integram maior parte da população, serviços e infraestruturas. Quanto aos bairros mais afastados do centro da cidade, considerados como áreas de expansão e caracterizados por baixa densidade populacional e ocupação residencial dispersa, predominância de atividades do setor primário (atividades agrícolas, silvicultura, pesca e extração mineira), apresentaram-se menos expressivos em termos de densidade de elementos OSM.

Haklay (2010) referiu-se às diferenças entre áreas com maior cobertura e as relativamente cobertas à falta de inclusão do projeto OSM que tem evitado os locais socialmente marginais, tal é o caso de áreas rurais, periféricas ou pobres devido às barreiras socioeconômicas que dificultam a participação dos seus cidadãos na coleta de dados sobre áreas de seu domínio. O autor acrescenta ainda que, a abrangência destas áreas desfavorecidas é mercê de iniciativas humanitárias solicitadas por organizações da sociedade civil ou ONG's, como se pode verificar sobre os resultados do ano 2019.

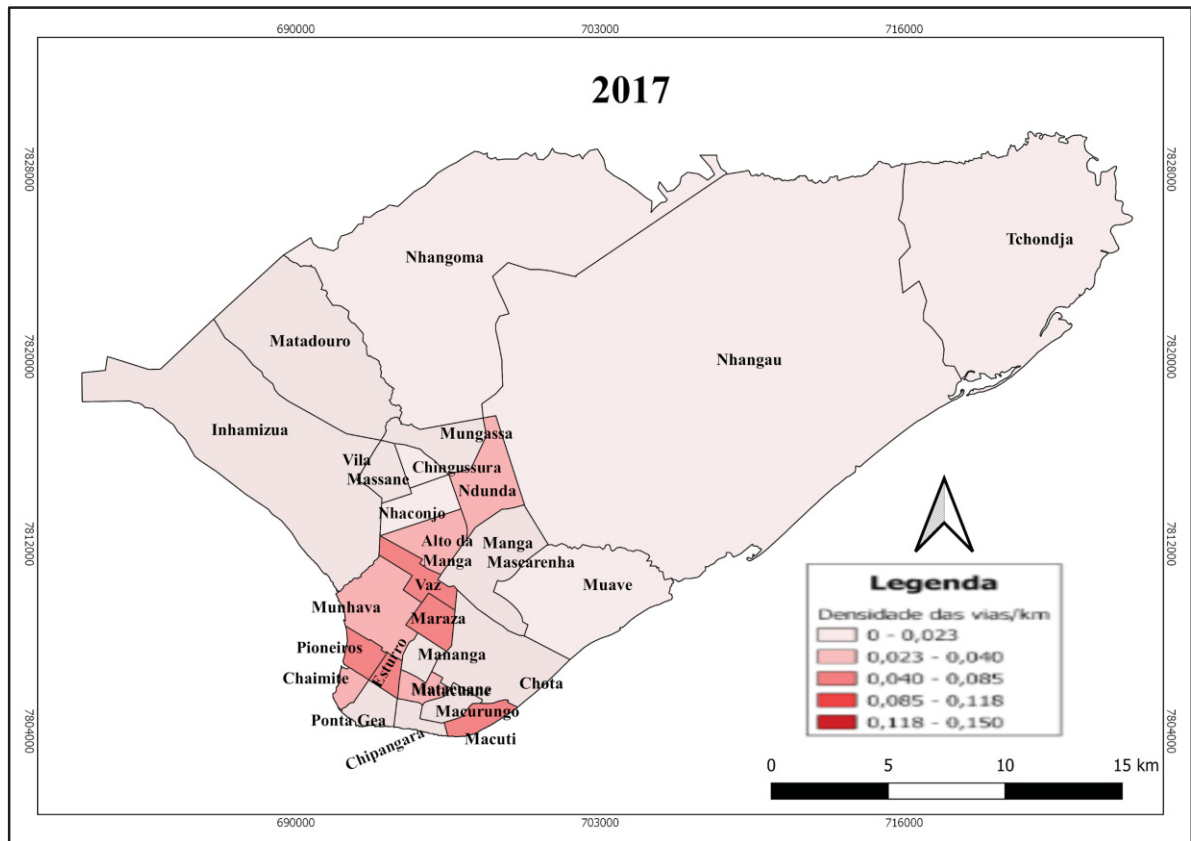
FIGURA 21 - MAPAS DA DENSIDADE ANUAL DA REDE VIÁRIA POR BAIRRO (a, b, c, d, e)



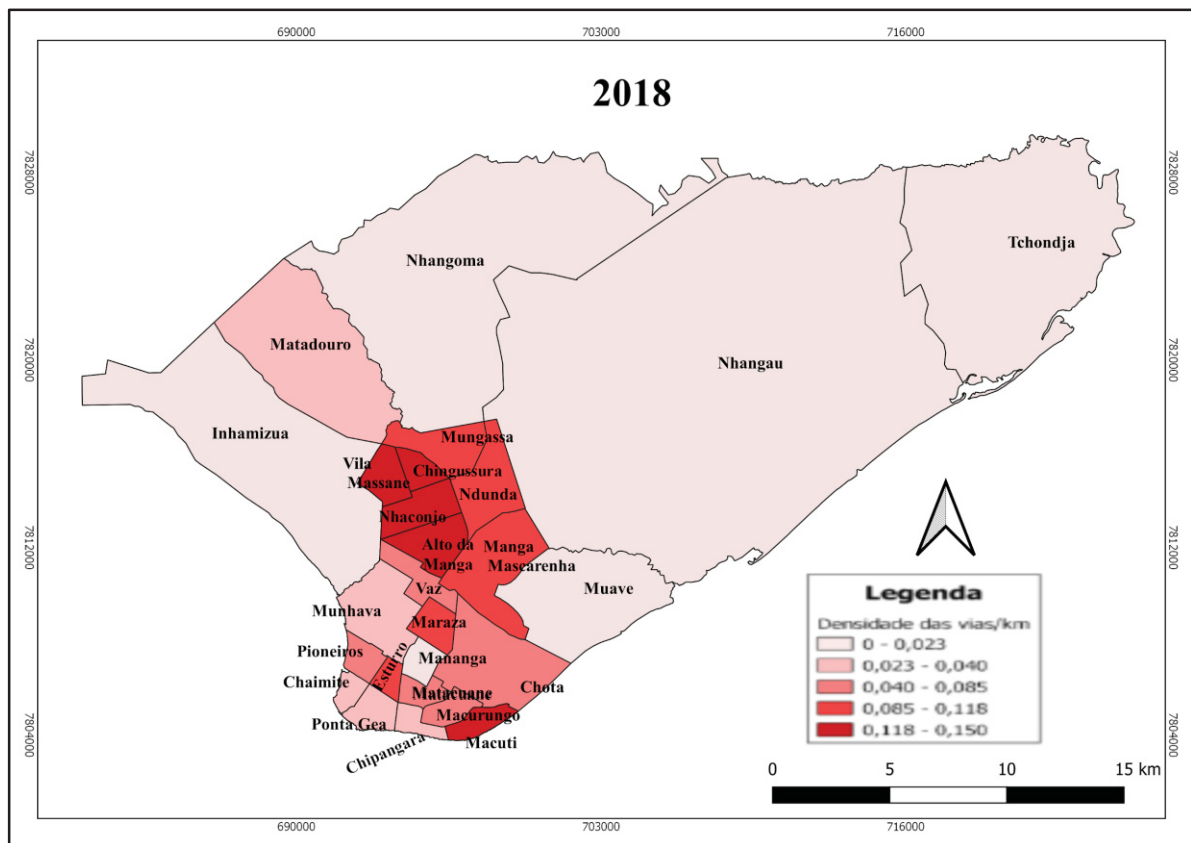
a) FONTE: Autor (2019).



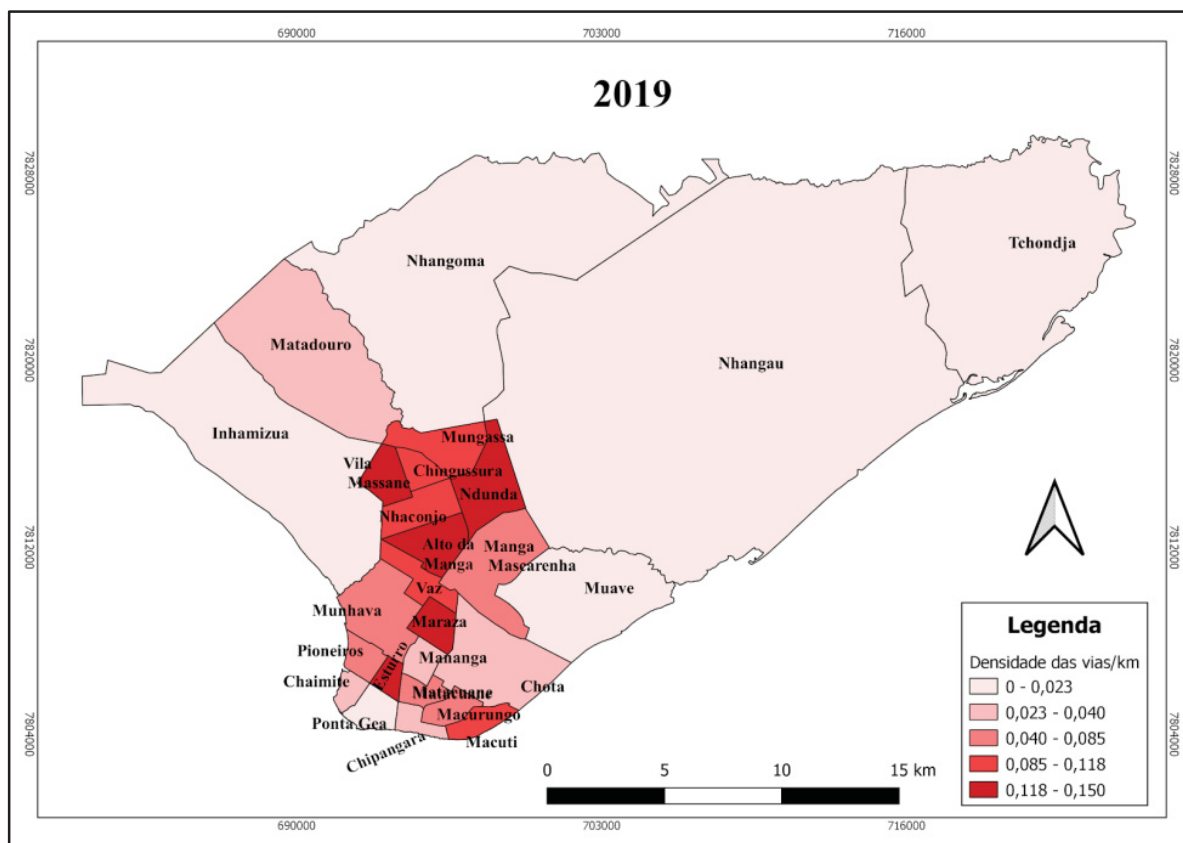
b) FONTE: Autor (2019).



c) FONTE: Autor (2020).



d) FONTE: Autor (2019).



e) FONTE: Autor (2019).

4.4 DENSIDADE DE EDIFICAÇÕES

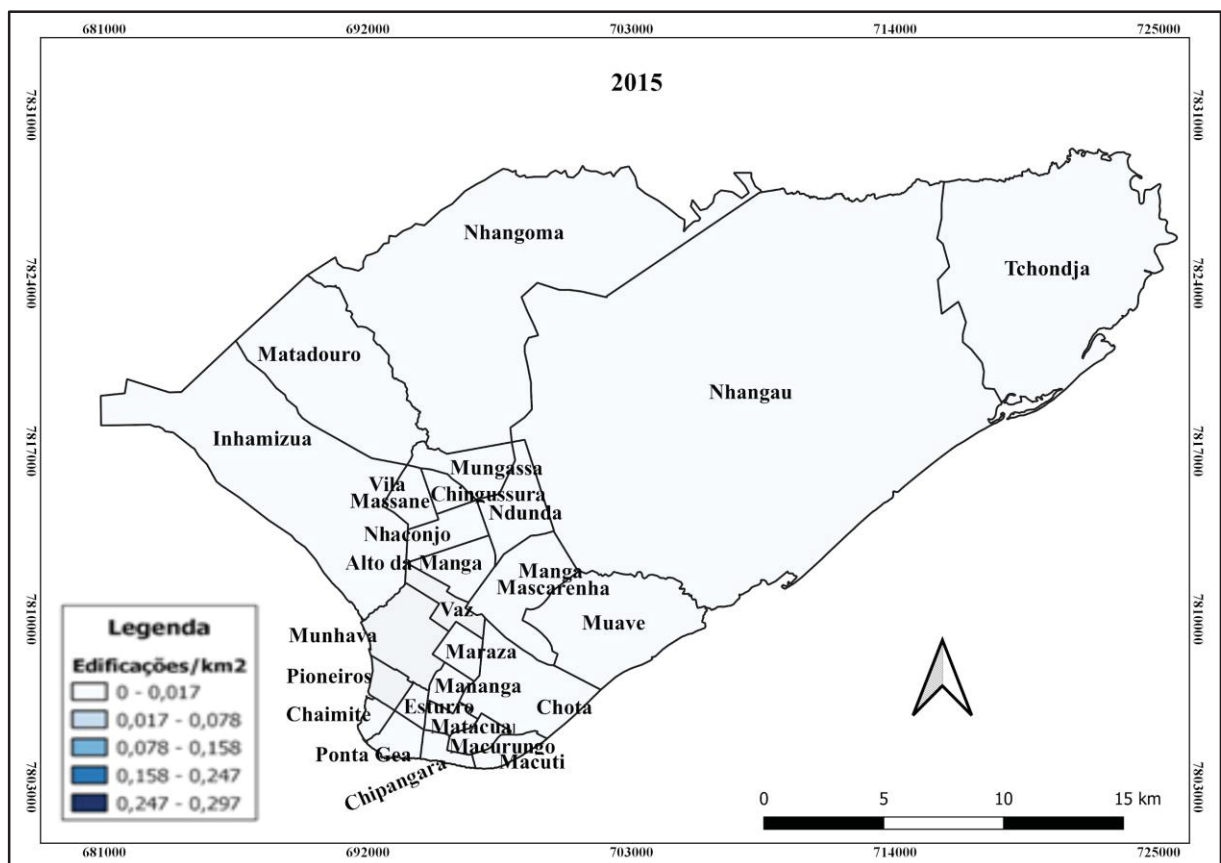
A densidade sobre as edificações é representada em intervalos anuais na FIGURA 22, pelos mapas das alíneas a, b, c, d, e traduzindo a quantidade de elementos ou polígonos associados por bairro. Segundo estes resultados pode-se interpretar os resultados sobre este indicador de qualidade no período de avaliação em dois momentos, sendo o primeiro caracterizado por três anos (2015, 2017 e 2018) de fraca densidade e dois intercalados (2016 e 2019) razoáveis.

A área referente a densidade de edificações para os três anos (2015, 2017 e 2018) é estimada em cerca de 0,017 km, e os restantes dois anos (2016 e 2019) cobriram respetivamente uma área aproximadamente de 0,247 km² e 0,297 km². Embora o segundo momento seja constituído por intervalos intercalados, verifica-se uma variabilidade da densidade em torno dos bairros localizados no centro da cidade em relação aos mais afastados.

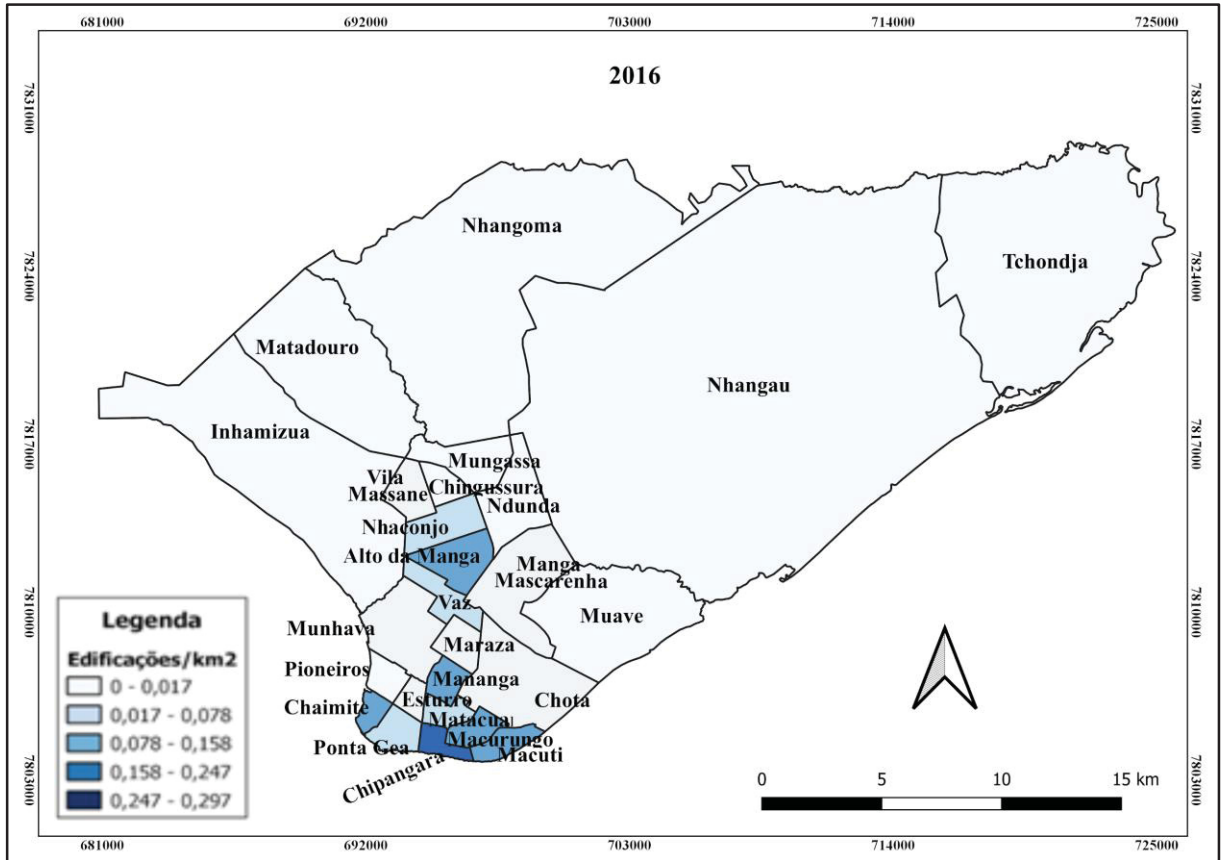
As áreas localizadas no centro da cidade continuam possuindo maior cobertura de objetos mapeados em relação às periféricas; esta situação pode estar relacionada com o fato de áreas menos próximas do centro da cidade (posto administrativo de Manga Iforte e Nhangau) constituírem zonas de expansão urbana e apresentarem baixa densidade populacional.

Algumas áreas de expansão urbana embora sejam criadas com o intuito de organizar melhor os assentamentos humanos ou em consequência de vulnerabilidade climática, a falta de serviços básicos, infraestruturas e equipamentos podem tornar esses locais menos atrativos na participação dos cidadãos por não possuir locais de interesse público. Haklay (2010) refere que a cobertura sobre uma determinada área, tal como é o caso das áreas urbanas, depende do nível de escolaridade dos cidadãos, condições financeiras para a aquisição de equipamentos e disponibilidade de tempo para mapear; situação esta que não se verifica nas áreas rurais ou periféricas.

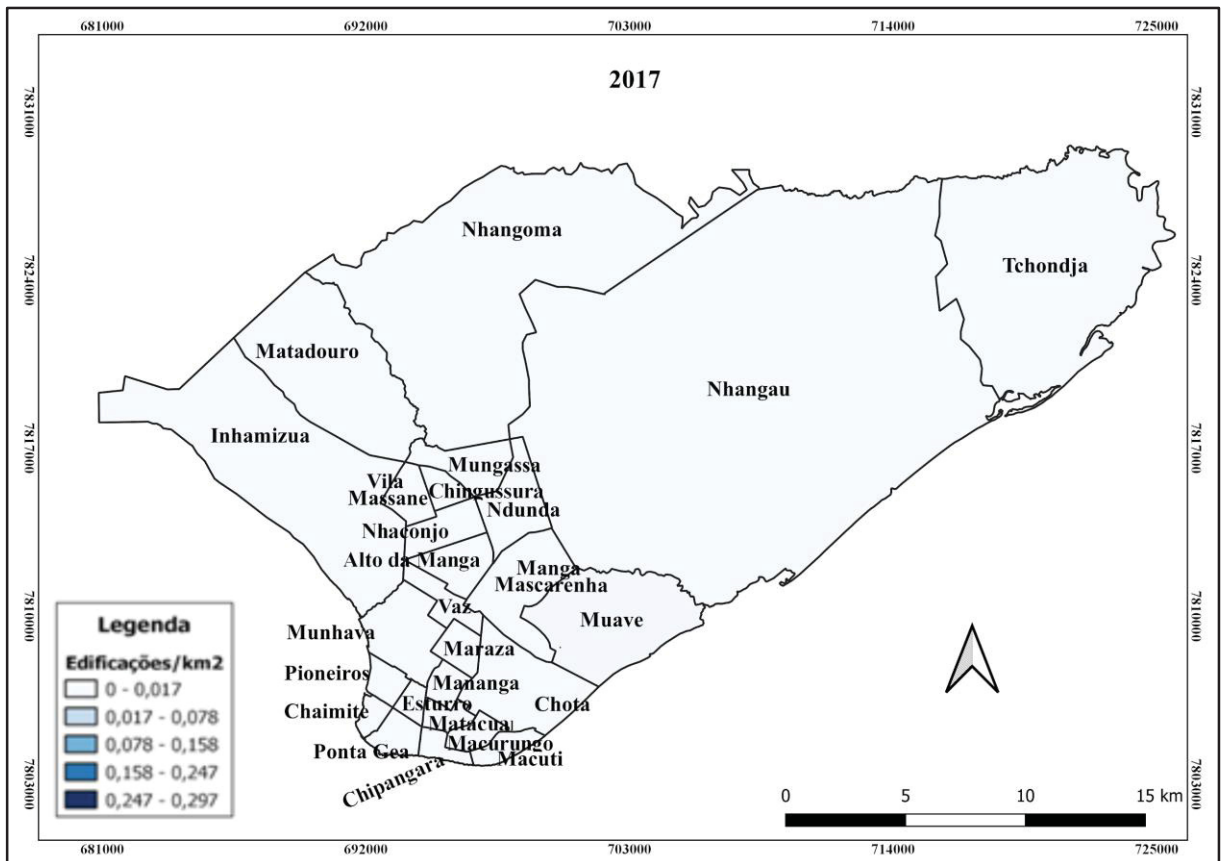
FIGURA 22 - COMPLETUDE SOBRE A DENSIDADE ANUAL DAS EDIFICAÇÕES OSM POR BAIRRO (MAPAS a, b, c, d, e)



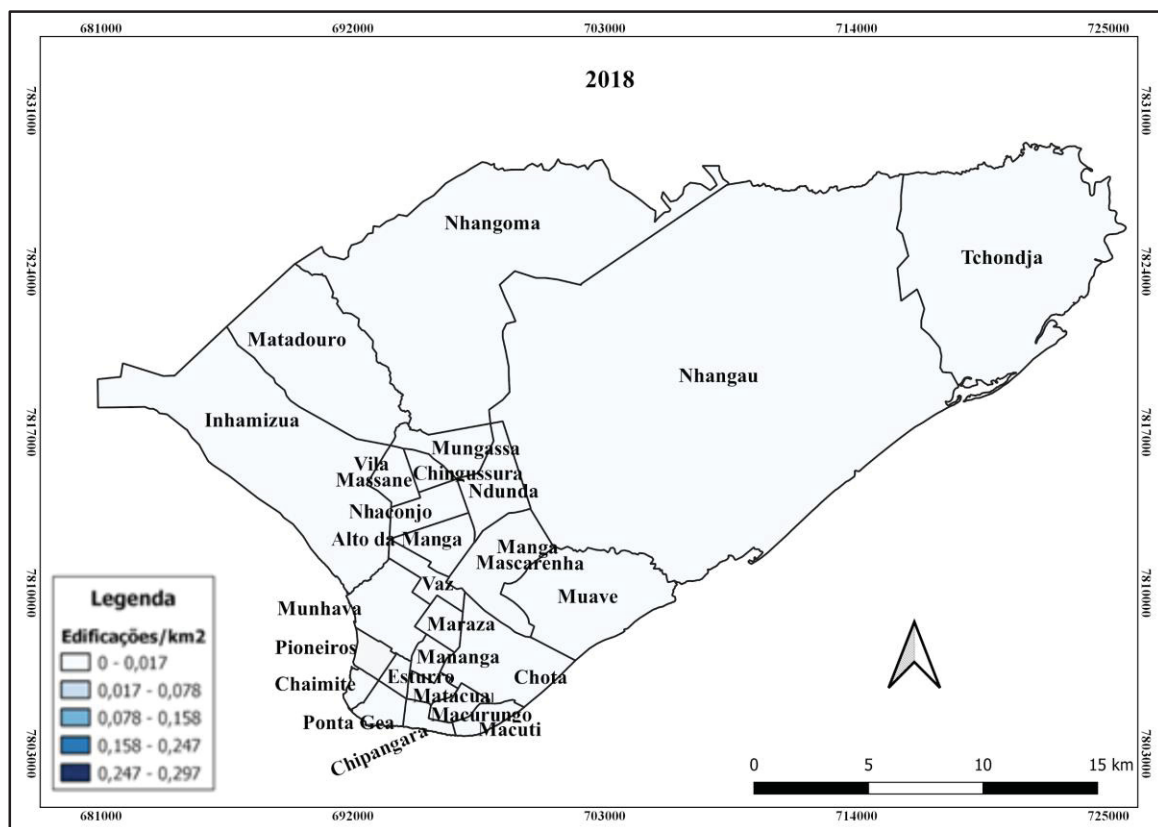
a) FONTE: Autor (2019).



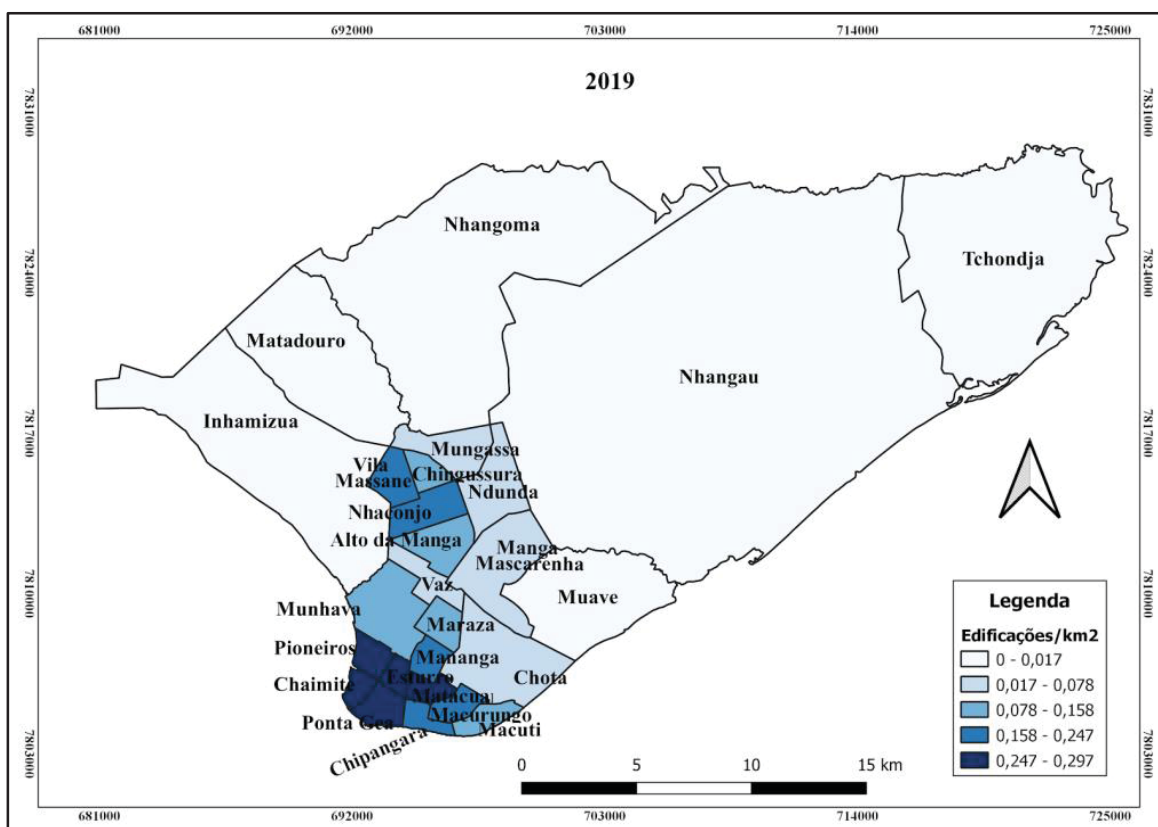
b) FONTE: Autor (2019).



c) FONTE: Autor (2019).



d) FONTE: Autor (2019).



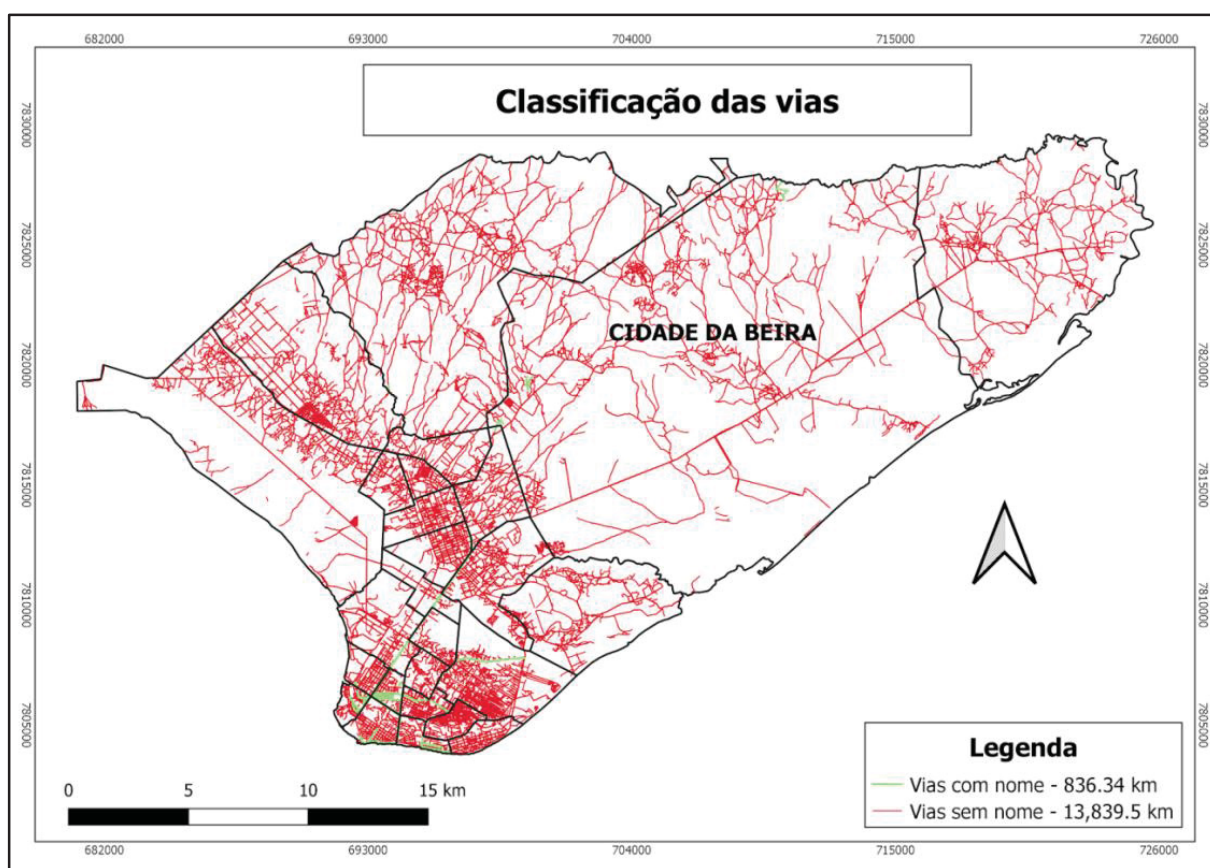
e) FONTE: Autor (2019).

4.5 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

A classificação das vias sobre a rede tomou em conta os atributos de identificação por nome determinando a sua extensão em km². Este resultado visa verificar a extensão de vias que apresentam nomes assim como as que não o tem.

Segundo o resultado da FIGURA 23 sobre o mapa da classificação das vias OSM na cidade da Beira, 13.839,5 km representam em cor vermelha o comprimento de vias sem o nome, e 836,34 km representados em cor verde, correspondem ao comprimento de vias com nome.

FIGURA 23 - COMPLETUDE DOS ATRIBUTOS DAS VIAS (NOME)



FONTE: Autor (2019).

A extensão de vias não identificadas é aproximadamente 17 vezes superior em relação à extensão de vias identificadas.

As vias identificadas distribuem-se pelo centro da cidade cujo comprimento pode se considerar fraco considerado a extensão da rede. Como referido por Neis et al., (2012), a predominância de uma rede viária sem nome

pode relacionar-se com o fato de tratar-se de vias inseridas em áreas residenciais, assim como a falta de conhecimento local por parte dos contribuintes. Camboim et al., (2015), acrescentam a questão de participações remotas dos mapeadores, dado que as contribuições derivam de usuários a nível global, sobretudo em casos humanitários dos projetos de mapeamento da HOT.

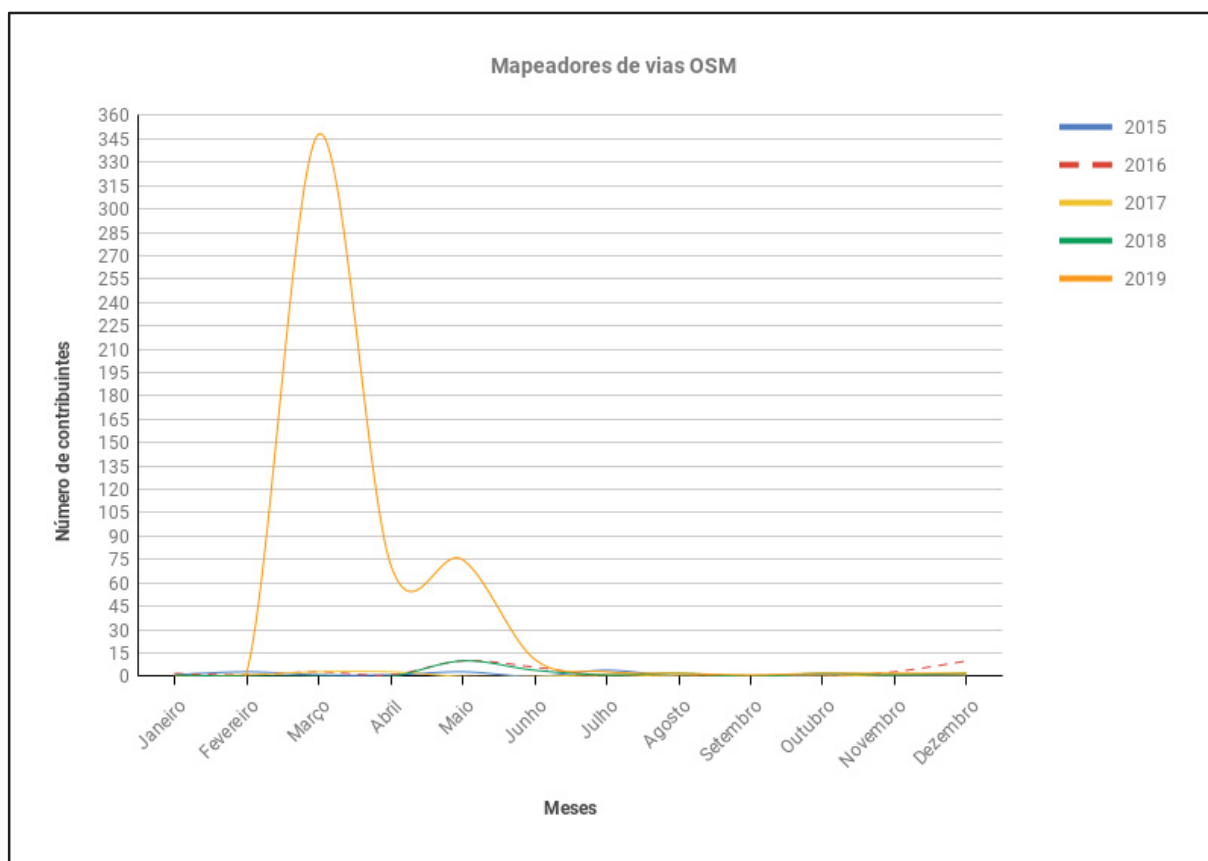
A falta de nomes das vias pelas áreas afastadas do centro, pode se associar ao fraco processo de planejamento físico do espaço contemplando a respectiva toponímia para a identificação de vias, residências e equipamentos, fato que se verifica em alguns bairros de expansão nas cidades Moçambicanas. Quanto aos bairros localizados no centro da cidade, pode estar relacionado com a falta de fixação ou vandalização das placas de identificação.

4.6 NÚMERO DE CONTRIBUINTES

Os resultados sobre o número de colaborações OSM por mês, ao longo dos cinco anos, é apresentado de forma separada considerando o tamanho de contribuições para o mapeamento de vias e edificações. Segundo os resultados apresentados no Gráfico 6, o número de participações mensais na edição de vias para os anos 2015, 2016, 2017 e 2018 registou-se abaixo de 15 mapeadores, embora com um relativo aumento no mês de maio; e o ano 2019 apresenta o mais elevado número de contribuintes para o mês de março em cerca 350, seguido pelo mês de maio que registou um total de 75.

Embora no último ano (2019) tenha se assinalado de forma espontânea um número considerável de contribuintes a partir de março a maio, é notável a queda do ritmo de colaborações no mês de junho ao ponto de igualar-se aos níveis baixos dos anos anteriores estimados em menos de 15. Portanto, verifica-se uma variabilidade acentuada em termos de colaborações ao longo deste período conferindo melhor completude para o ano 2019.

GRÁFICO 6 - COLABORAÇÕES ANUAIS NO MAPEAMENTO DE VIAS

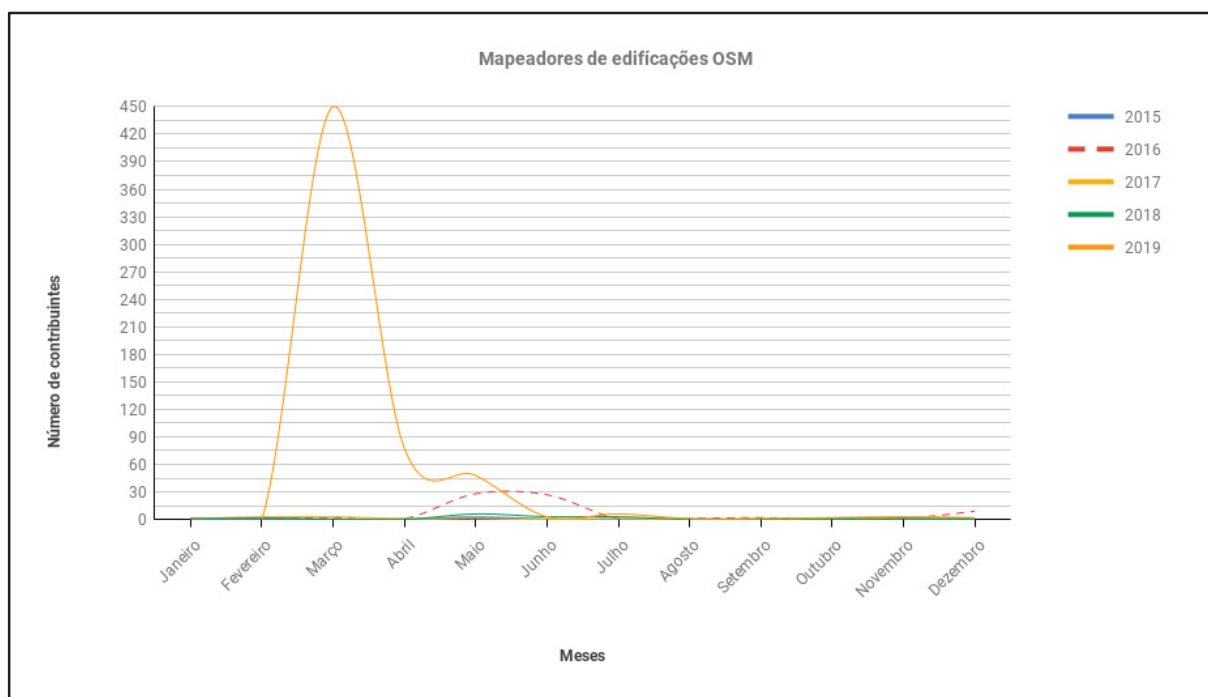


FONTE:Autor (2020).

Em relação às participações de contribuintes na edição de edificações representados pelo gráfico 7, é notável o fraco nível de colaboradores nos anos 2015, 2017 e 2018 estimado em menos de 10 em todos meses. Situação razoável é registada em maio e junho de 2016 com o número de colaborações atingindo 30 mapeadores.

O ano 2019 destaca-se com considerável número de contribuintes em relação aos anos anteriores num total de 450 participantes para o mapeamento de edificações no mês de março e seguido por um ligeiro aumento no mês de maio de cerca de 50 mapeadores. Observando a variabilidade mensal de contribuintes OSM para edificações durante o período de análise é notável o aumento do número de contribuintes para o ano 2019 a semelhança dos contribuintes de vias.

GRÁFICO 7 - COLABORAÇÕES ANUAIS NO MAPEAMENTO DE EDIFICAÇÕES



FONTE: Autor (2020).

Comparando os dois cenários acima descritos sobre o número de contribuintes no mapeamento de vias e edificações verifica-se semelhanças na sua variabilidade onde os primeiros 04 anos (2015, 2016, 2017 e 2018) podem ser considerados de fraca participação e o último ano de 2019 com o maior número de mapeadores. O fraco número de contribuintes nos primeiros quatros anos sugere uma participação normal dos cidadãos na edição do mapa sobre áreas ou locais do seu interesse, sob motivações econômicas ou negócios e serviços públicos ou privados. E em relação ao ano 2019 com maior completude no número de contribuintes, representa participações espontâneas características de uma necessidade urgente de dados, por interesses humanitários ou governamentais para a tomada de decisão na gestão de uma unidade territorial.

Assim, o aumento do número de contribuintes sobre uma determinada área melhora a qualidade dos dados OSM, pois a possibilidade de correção dos erros é maior (GIRRES & TOUYA, 2010; HAKLAY et al., 2010). Mas, a sua variabilidade mensal pode conferir o número de contribuintes ativos ou que frequentemente participação na edição de feições sobre uma determinada área (BARRON et al., 2014); este facto pode ser verificado nos primeiros 04 anos onde a participação considera-se fraca uma vez que o número de contribuintes

manteve-se quase constante durante este período mas com baixa atividade colaborativa, isto é, as contribuições nos primeiros quatro anos podem somente ter contado com participações ativas locais e no último ano 2019 dever-se a mapeadores remotos.

4.7 INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES DA HOT SOBRE O MAPEAMENTO COLABORATIVO NA ÁREA DE ESTUDO

O impacto das atividades desenvolvidas pela HOT, através de campanhas de mapeamento relacionadas com causas humanitárias, faz-se sentir não somente na orientação de atividades de assistência às pessoas afetadas, mas também na produção de dados em períodos curtos.

Analisando os resultados de avaliação dos parâmetros de qualidade acima apresentados, pode-se verificar uma produção significativa e dominante de elementos no ano de 2019, em relação aos restantes anos, dentro do período analisado. Esta situação pode ter explicação consultando sobre o histórico dos *changeset* dos colaboradores OSM, onde parte considerável dos comentários para o ano 2019 estava relacionada com projetos da *hotosm* sobre o ciclone Idai.

A influência das atividades de mapeamento sobre o ciclone Idai, no processo de evolução dos parâmetros de qualidade OSM, pode ser compreendida verificando a variação anual do número de contribuintes, que é alto no mês de março de 2019. Período este em que a Cidade da Beira foi assolada pelo ciclone.

Segundo a *hotosm* (2019) a campanha sobre o ciclone Idai abrangeu três cidades (Moçambique, Zimbabwe e Malawi), numa área de 54,166 km², juntando 6,117 mapeadores, tendo resultado numa adição de 25,700 km de vias em pouco tempo.

Salientar também que, a Cidade da Beira integra o segundo maior complexo industrial de Moçambique, e um sistema de transporte terrestre que estabelece uma ligação com os países do interior na região da SADC, o que pode estar relacionado com algumas iniciativas individuais de digitalização de vias com vista à auxiliar as atividades de logística através do monitoramento de cargas ou mercadorias.

4.8 CORRELAÇÃO DOS DADOS

QUADRO 7 - CORRELAÇÃO DA REDE VIÁRIA

Ordem	Bairro	Densidade Populacional	Compleitude 2018	Compleitude 2019
1	Macuti	47,67	0,13	0,10
2	Chipangara	131,97	0,02	0,03
3	Ponta Gea	82,50	0,02	0,02
4	Matacuane	137,97	0,07	0,08
5	Macurungo	60,70	0,05	0,05
6	Muave	2,83	0,01	0,01
7	Vila Massane	62,13	0,14	0,14
8	Inhamizua	2,65	0,01	0,02
9	Matadouro	3,52	0,02	0,03
10	Ndunda	9,50	0,10	0,12
11	Mungassa	6,39	0,08	0,11
12	Chingussura	97,22	0,19	0,12
13	Nhangau	0,13	0,00	0,01
14	Nhangoma	0,12	0,00	0,01
15	Tchondja	0,41	0,00	0,02
16	Mananga	85,18	0,01	0,04
17	Esturro	146,21	0,10	0,15
18	Pioneiros	30,61	0,05	0,09
19	Chota	3,07	0,04	0,04
20	Maraza	128,27	0,11	0,15
21	Vaz	16,60	0,07	0,10
22	Munhava	34,03	0,03	0,05
23	Alto da Manga	32,49	0,14	0,12
24	Manga Mascarenha	17,27	0,09	0,08
25	Nhaconjo	51,41	0,11	0,12
26	Chaimite	90,06	0,02	0,04
CORRELAÇÃO DOS DADOS			0,3	0,4

FONTE: Autor (2020).

O QUADRO 7 acima, apresenta o resultado da correlação entre a completude na densidade da rede viária por bairro, nos anos 2018 e 2019, e a densidade populacional por bairro da Cidade da Beira. Considerando o intervalo de classificação estabelecido em correlação forte para valores a partir de 0,70, moderado entre 0,40 a 0,69, e fraco em 0,39.

O resultado obtido para o ano 2018 foi de 0,3, enquadrando-se na classificação de correlação fraca; e em relação ao ano 2019 o resultado obtido foi de 0,4, enquadrando-se na classificação de correlação moderada. O resultado sobre a correlação entre a qualidade na densidade das edificações e a densidade populacional, é apresentado no QUADRO 8.

QUADRO 8 - CORRELAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Ordem	Bairro	Densidade Populacional	Compleitude 2018	Compleitude 2019
1	Macuti	47,67	0	0,153
2	Chipangara	131,97	0	0,215
3	Ponta Gea	82,5	0	0,266
4	Matacuane	137,97	0	0,297
5	Macurungo	60,7	0	0,247
6	Muave	2,83	0	0,01
7	Vila Massane	62,13	0	0,172
8	Inhamizua	2,65	0	0,011
9	Matadouro	3,52	0	0,017
10	Ndunda	9,5	0	0,065
11	Mungassa	6,39	0	0,018
12	Chingussura	97,22	0	0,158
13	Nhangau	0,13	0	0,002
14	Nhangoma	0,12	0	0
15	Tchondja	0,41	0	0,001
16	Mananga	85,18	0	0,223
17	Esturro	146,21	0	0,275
18	Pioneiros	30,61	0,003	0,251
19	Chota	3,07	0	0,077
20	Maraza	128,27	0	0,099
21	Vaz	16,6	0	0,078
22	Munhava	34,03	0	0,117
23	Alto da Manga	32,49	0	0,111
24	Manga Mascarenha	17,27	0,001	0,072
25	Nhaconjo	51,41	0	0,163
26	Chaimite	90,06	0	0,266
CORRELAÇÃO DOS DADOS			0,1	0,79

FONTE: Autor (2020).

A classificação para 2018 considera-se fraca já que o seu resultado foi registado em 0,1, enquanto que para o ano de 2019, o valor da correlação obtido foi de 0,79, enquadrando-se na classificação forte.

O resultado sobre a classificação da correlação nos dois cenários (vias e edificações) mostra-se fraco para o 2018 e moderado a forte para 2019.

Esta situação mostra que a densidade populacional na área de estudo não tem influência significativa sobre a qualidade dos dados referentes a densidade de vias e edificações no ano 2018. Pese embora os dados demográficos usados refletirem a realidade de 2007, mas até ao Censo de 2017 a população da cidade da Beira aumentou em 160.507 habitantes, o que podia melhorar a qualidade assumindo a sua relação com o crescimento populacional segundo a lei de Linus na abordagem de Haklay et al. (2010).

A classificação sobre a correlação do ano 2018 para edificações e vias pode ser generalizada para os anos anteriores (2017, 2016 e 2015), pois há semelhança nos resultados obtidos para a completude na densidade das feições. Para o ano 2019 o resultado da correlação mostrou-se moderado para a rede viária e forte para as edificações, dando indicações de ligeira a significativa influência dos fatores demográficos sobre a qualidade dos dados.

Tomando em conta que o ano 2019 apresenta melhor completude dos dados OSM em relação aos anos anteriores, cujo considerável número de contribuintes foi registado no mês de março segundo apresentado nos gráficos 08 e 07 e maior extensão da rede viária que não apresenta atributos de identificação por nome como segue no mapa 22, é evidente que a produção de dados neste período teve influências externas ou remotas e pouca participação local, tal como é apresentado nos respectivos gráficos pela queda significativa do número de contribuintes nos meses de junho e julho retomando o ritmo normal de colaborações. Por conseguinte, embora os resultados tenham apresentado uma correlação moderada a forte, mas não refletem contribuições locais influenciadas pelo crescimento populacional.

Haklay et al. (2010) já haviam se referido sobre a falta de correlação entre a qualidade dos dados em uma determinada área e o aumento do número de contribuintes dado que, um número reduzido de contribuintes pode proporcionar uma qualidade elevada. Deste modo os autores recomendam que a lei de linus

não se pode aplicar em todos sistemas vgi, pois a cobertura e a precisão dos dados não só dependem de mais colaborações mas sim uma participação efetiva que pode estar sujeita a barreiras socioeconômicas.

Com base nos resultados apresentados sobre este trabalho, a qualidade dos dados OSM na área de estudo tem influência de eventos catastróficos ou humanitários conduzidos pela necessidade de dados para a assistência social e não pelo aumento da população. Este posicionamento sustenta a hipótese desta pesquisa, que assume a influência dos eventos extremos e humanitários na melhoria da qualidade dos dados; ainda que os fatores socioeconômicos podem constituir uma barreira na participação da comunidade local considerando a fraca qualidade registrada de 2015 a 2018 e aos indicadores macroeconômicos do país apresentados anteriormente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa consistiu em avaliar a evolução dos parâmetros de qualidade dos dados OSM na Cidade da Beira, no período entre 2015 a 2019, e descrever as influências das atividades de mapeamento colaborativo da HOT na passagem do ciclone Idai. Para alcançar o interesse desta pesquisa, a metodologia aplicada conseguiu apresentar os resultados que descrevem de certa forma a qualidade dos dados OSM, através do seu histórico e fatores influenciadores.

Com base no histórico a evolução dos dados apresentou uma tendência de crescimento para a rede viária e variabilidade para edificações, tendo como áreas com maior cobertura os bairros localizados no centro da cidade. Os primeiros 04 anos (2015, 2016, 2017 e 2018) apresentaram um resultado fraco à razoável na cobertura de objetos mapeados, sendo que a contribuição significativa foi registrada em 2019 conferindo melhor qualidade.

As edições realizadas nestes primeiros quatro anos tiveram como foco estabelecimentos comerciais, locais, equipamentos e vias públicas enquanto no último ano (2019) as atividades de mapeamento cobriram também residências de bairros distantes do centro e as respectivas vias.

Os resultados apresentados neste trabalho apontam que, a qualidade dos dados é influenciada pelas campanhas de mapeamento organizadas em consequência da ocorrência de desastres naturais ou crises humanitárias embora careça de atributos uma vez que os seus contribuintes o fazem remotamente. Assim, a correlação entre a densidade populacional e a completude sobre a densidade da rede viária e edificações não refletem as contribuições locais.

A fraca contribuição local, pode estar relacionada aos fatores de natureza socioeconômica, conhecimento sobre o domínio de tecnologias aplicando sistemas VGI, falta de treinamento ou iniciativas sobre o mapeamento colaborativo, infraestruturas e políticas sobre adoção de recursos de código aberto, como já foi constatado por Holloway et al. (2007); Neis et al. (2011). Estes fatores são dominantes em alguns países em desenvolvimento, sobretudo em Moçambique onde o IDH é avaliado em 0,437, PIB/capita 453 dólares, taxa de analfabetismo em 39,0% da população, acesso a internet em 6,6%, uso de

computador em 4,4%, energia elétrica abrange 22,2% e predominância de atividades do setor primário que cobrem 66,8% da população maioritariamente jovem.

No que se refere a justificativa deste trabalho, tenta-se com este exercício contribuir na pesquisa sobre os sistemas VGI, sobretudo em Moçambique, uma vez que o seu potencial é visto com certa vantagem nos países em desenvolvimento face às dificuldades no financiamento e capacidade técnica.

Por outra parte, as atividades de mapeamento colaborativo, motivadas por desastres naturais ou crises humanitárias, têm contribuído na geração de dados que por vezes são subaproveitados pelas entidades oficiais por não se conhecer a sua qualidade, embora a quantidade de elementos produzidos seja de mapeadores remotos que limitam-se muitas vezes aos aspectos geométricos.

A partir desta pesquisa foi possível compreender variação da completude dos dados no período de avaliação assim como os fatores que a influenciam. Dessa forma, melhor se pode encontrar mecanismos que visem melhorar o mapeamento colaborativo da plataforma OSM na área de estudo.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Face aos resultados encontrados nesta pesquisa, as recomendações que se podem avançar incidem inicialmente sobre iniciativas que visam envolver a comunidade local. O cumprimento desta necessidade pode-se realizar através da interação com as universidades e comunidades de áreas vulneráveis sobre a importância da sua participação no processo de mapeamento.

A participação da comunidade local pode auxiliar na validação das informações mapeadas tal como tem sido solicitado nos projetos da HOT. Iniciativas do gênero vão de encontro com o preconizado sobre contribuições de informações na plataforma OSM, o conhecimento.

Para futuros trabalhos considerando a realidade da área de estudo recomenda-se para efeitos de correlação a exploração da vertente económica, social, cultural etc., pois tem grande impacto na vida das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

- ANAND, S.; MORLEY, J.; JIANG, W.; DU, M.; HART, G.; JACKSON, M. When worlds collide: combining Ordnance Survey and OpenStreetMap data. In: Proceedings of agigeocommunity'10, 2010.
- ANTONIOU, A.; SKOPELITI, A. Measures and Indicators of VGI Quality: An Overview, *Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, doi: 10.5194/isprsannals-II-3-W5-345, 2015.
- ANTONIOU, V.; CAPINERI, C.; HAKLAY, M. VGI and Beyond: From Data to Mapping in: A.J. Kent and P. Vujakovic (Eds.). *The Routledge Handbook of Mapping and Cartography*, Abingdon: Routledge, pp. 475 – 488, 2018.
- ANTONIOU, V. User Generated Spatial Content: An Analysis of the Phenomenon and Its Challenges for Mapping Agencies. Phd Thesis, University College London (UCL), London UK, 2011.
- ANTONIOU, V.; MORLEY, J.; HAKLAY, M. Web 2.0 geotagged photos: Assessing the spatial dimension of the phenomenon. *Geomatics*, 64(1), pp 99-110, 2010.
- ARAÚJO, G. M. M. Os Espaços Urbanos em Moçambique. *GEOUSP Espaço e Tempo*, São Paulo, N° 14, pp. 165- 182, 2003.
- ARAÚJO, M. G. M. Geografia dos povoamentos: Assentamentos humanos rurais e urbanos. 1997. Maputo, Moçambique. Livraria Universitária. Universidade Eduardo Mondlane, 1997.
- ARNALDO, C.; CAU, B. Dinâmicas da População e Saúde em Moçambique. Centro de Pesquisa em População e Saúde, Maputo, 2013.
- ARSANJANI, J.; BARRON, C.; NAKILLAH, M.; HELBICH, M. Assessing the Quality of OpenStreetMap Contributors together with their Contributions. In: 16th AGILE international conference of geographic information science. Leuven, Belgium. pp. 14-17, 2013.
- ARSANJANI, J.; FONTE, C. On the Contribution of Volunteered Geographic Information to Land Monitoring Eforts. In: Capineri, C, Haklay, M, Huang, H, Antoniou, V, Kettunen, J, Ostermann, F and Purves, R. (eds.) *European Handbook of Crowdsourced Geographic Information*, Pp. 269–284. London. Ubiquity Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/bax.t>. License: CC-BY 4.0, 2016.
- ARSANJANI, J.; VAZ, E. An assessment of a collaborative mapping approach for exploring land use patterns for several European metropolises, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Elsevier B. V. doi.org/10.1016/j.jag.2014.09.009, Pp. 329 - 337, 2015.

ARSANJANI, J.; HELBICH, M.; BAKILLAH, M.; LOOS, L. The emergence and evolution of OpenStreetMap: a cellular automata approach. *International Journal of Digital Earth*, 2015.

AUER, M.; FENDRICH, S.; KOWATSCH, F.; RAIFER, M.; TROILO, R.; ECKLE, M.; GRIESBAUM, L.; MARX, S.; SCHOTT, M.; ZIPF, A. Towards using the potential of openstreetmap history for disaster activation monitoring, *Geospatial Technologies and Geographic Information Science for Crisis Management (GIS) Proceedings of the 15th ISCRAM Conference – Rochester, NY, USA*, 2018.

BANCO MUNDIAL. A recuperação de Cheias Recorrentes 2000 – 2013 MOÇAMBIQUE. Estudo de Caso para o Quadro de Recuperação de Desastres, 2014.

BARRON, C.; NEIS, P.; ZIPF, A. A comprehensive framework for intrinsic OpenStreetMap quality analysis. *Transactions in GIS*, 18(6), pp. 877–895, doi: 10.1111/tgis.12073, 2014.

BEARDEN, M. J. The National Map Corps, 2007. Disponível em www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Bearden_paper.pdf, acessado em maio de 2019.

BÉGIN, D. Towards Integrating VGI and National Mapping Agency Operations - A Canadian Case Study, University of Newfoundland, St. John's, NL, A1C 5S7, 2014.

BERRY, B. Approaches to regional analysis: A synthesis. *Annals, Association of American Geographers* 54: 2-11, 1964.

BRAVO, J. V. M. Identificação e Caracterização de Tarefas de Uso e Geração de Geoinformação no Mapeamento Colaborativo. Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

BRAVO, J.; SLUTER, C. O Problema da Qualidade de Dados Espaciais na era das Informações Geográficas Voluntárias. *Boletim de Ciências Geodésicas*, Curitiba. 21, 56-73, 2015.

BRAVO, J. V. M. A Confiabilidade Semântica das Informações Geográficas Voluntárias Como Função da Organização Mental do Conhecimento Espacial. Dissertação de mestrado em ciências geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BRUNS, A. Towards Produsage: Futures for User-Led Content Production. In *Sudweeks, Fay and Hrachovec, Herbert and Ess, Charles, Eds. Proceedings Cultural Attitudes towards Communication and Technology*, pages pp. 275-284, Tartu, Estonia, 2006.

BUDHATHOKI, N. R.; BRUCE, B. C.; NEDOVIC-BUDIC, Z. Reconceptualizing the role of the user of spatial data infrastructure. *GeoJournal*, vol. 72, doi.org/10.1007/s10708-008-9189-x, 2008.

BURROUGH, P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford: Clarendon Press, <https://doi.org/10.1002/jqs.3390030115>, 1986.

CAMBOIM, S. P.; BRAVO, J. V. M.; SLUTER, C. An Investigation into the Completeness of, and the Updates to, OpenStreetMap Data in a Heterogeneous Area in Brazil, ISPRS Int. J. Geo-Inf. doi:10.3390/ijgi4031366, 2015.

Canavosio-Zuzelski, R.; Agouris, P.; Doucette, P. A photogrammetric approach for assessing positional accuracy of OpenStreetMap® roads. ISPRS International Journal of GeoInformation, 2 (2), 276–301. doi:10.3390/ijgi2020276, 2013.

CENTRO NACIONAL DE CARTOGRAFIA E TELEDETECÇÃO. A Teledetecção em Moçambique: situação atual, perspectivas e constrangimentos. Maputo, 2007.

CENTRO NACIONAL DE CARTOGRAFIA E TELEDETECÇÃO. Normas e Procedimentos de Fornecimento e Difusão de Informação Geo-referenciada ao Público, Maputo, 2006.

CHAPMAN, K. Community Mapping for Exposure in Indonesia - Project Report, Humanitarian OpenStreetMap Team, 2012.

CHARLES, A., DE SÁ, L. Proposta Metodológica Para a Cartografia Censitária de Moçambique. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

COPPOCK, J. T.; RHIND, D. W. The History of GIS. In: MAGUIRE, M. F.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. Geographical Information Systems. Principles and Applications. Harlow, U.K.: Longman Group, 1991.

CORMODE, G.; KRISHNAMURTHY, B. Key Differences Between Web 1.0 and Web 2.0. First Monday, vol.13, n.6, 2008.

COLEMAN, J.D.; Georgiadou, Y.; Labonte, J. Volunteered Geographic Information: The nature and motivation of producers. Int. J. Spat. Data Infrastruct. Res., 4, 332–358, 2009.

CORCORAN, P.; MOONEY, P.; BERTOLOTTO, M. Analysing the growth of OpenStreetMap networks, Spatial Statistics 3, elsevier, 21-32, doi:10.1016/j.spasta, 2013.

CORCORAN, P.; MOONEY, P.; WINSTANLEY, A. Topological Consistent Generalization of OpenStreetMap. In: GISRUUK 2010, GIS Research UK 18th Annual Conference, 14-16, London, UK, 2010.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE. Boletim da República, Publicação Oficial da República de Moçambique, Imprensa Nacional de Moçambique, I série número 51, 22 de dezembro 2004.

COOPER, K. A.; COETZEE, S.; KOURIE, G. D. Volunteered geographical information, crowdsourcing, citizen science and neogeography are not the same. International Cartographic Association, ResearchGate, doi.org/10.5194/ica-proc-1-131, 2017.

CRAGLIA, M.; GOODCHILD, M.F.; ANNONI, A.; CAMARA, G.; GOULD, M.; KUHN, W.; MARK, D.; MASSER, I.; MAGUIRE, D.; LIANG, S.; PARSONS, E. Next Generation Digital Earth: A position paper from the Vespucci Initiative for the Advancement of Geographic Information Science. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research 3, 146–167. DOI: [https:// doi.org/10.2902/](https://doi.org/10.2902/), 2008.

CRUZ, J.J. DE SOUSA. Algo Sobre Cartografia Antiga de Moçambique. Revista Militar N.º 2560, pp 399 - 433, 2015.

DINAGECA e JICA. Mapeamento Topográfico Nacional na Província de Niassa em Moçambique, Relatório Final (Principal), Kokusai Kogyo, julho, 2000.

ELWOOD, S.; GOODCHILD, F. M.; SUI, Z. D. Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice, Annals of the Association of American Geographers, Taylor & Francis, LLC, 2011.

ESTES, J.E.; MOONEYHAN, D.W. Of Maps and Myths. Photogramm. Eng. Remote Sens. 60, 517–524, 1994.

MILLAR, E.; HAZELL, E.; MELLES, S. The ‘cottage effect’ in citizen science? Spatial bias in aquatic monitoring programs, International Journal of Geographical Information Science, DOI: 10.1080/13658816.2018.1423686, 2018.

ELWOOD, S.; GOODCHILD, M. F.; SUI, D. Z. Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice. Annals of the Association of American Geographers, vol. 102, n. 3, pp. 571-590, 2012.

FAST, V.; RINNER, C. A systems perspective on Volunteered Geographic Information. ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 3, pp. 1278-1292, 2014.

FAN, H.; YANG, B.; ZIPF, A.; ROUSELL, A. A polygon-based approach for matching OpenStreetMap road networks with regional transit authority data. International Journal of Geographical Information Science 30, 748–764. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1100732>, 2016.

FAO; Governo de Moçambique. Quadro das Demandas e Propostas de Guiné-Bissau para o Desenvolvimento de um Programa Regional de Cooperação entre Países da CPLP no domínio da Luta contra a Desertificação e Gestão Sustentável das Terras. TCP CPLP/FAO - MADRRM, orgs: Mosquito, d., Samo, G. e De Deus, N, 2009.

FLANAGIN, A. J.; METZGER, M. J. The credibility of volunteered geographic information. *GeoJournal*, vol. 72, 2008.

FRELIMO – Departamento de Educação e Cultura. História de Moçambique. Oficinas Gráficas Reunidas. Porto, 1978.

GIRRES, J. F.; TOUYA, G. Quality assessment of the French OpenStreetMap dataset. *Transactions in GIS*, 14(4), pp. 435-459, 2010.

GOODCHILD, M. F.; LI, L. Assuring the quality of volunteered geographic information. *Spatial Statistics* 1, p. 110-120, 2012.

GOODCHILD, M. F. Spatial Accuracy 2.0. IN: Proceedings of the 8th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, 2008.

GOODCHILD, M. F. "Citizens as sensors: web 2.0 and the volunteering of geographic information", *GeoFocus* (Editorial), nº 7, p. 8-10, ISSN: 1578-5157, 2007.

GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Harlow, U.K.: Longman Group. 1991.

GÓMEZ-BARRÓN, J. P.; MANSO-CALLEJO, M. A.; ALCARRIA, R.; ITURRIOZ, T. Volunteered Geographic Information System Design: Project and Participation Guidelines. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 5, pp. 1-35, 2016.

GRAHAM, M.; HOGANA, B.; STRAUMANNA, R.; MEDHAT, A. Uneven Geographies of User-Generated Information: Patterns of Increasing Informational Poverty, *Annals of the Association of American Geographers*, 104:4, 746-764, DOI: 10.1080/00045608.2014.910087, 2014.

GRAHAM, M. Neogeography and the Palimpsests of Place: Web 2.0 and the Construction of a Virtual Earth, *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, DOI:10.1111/j.1467-9663.2009.00563.x, Vol. 101, No. 4, pp. 422–436, 2010.

GROECHENIG, S; REHRL, K; BRUNAUER, R. Estimating Completeness of VGI Datasets By Analyzing Community Activity Over Time Periods, DOI: 10.1007/978-3-319-03611-3_1, 2014.

HAKLAY, M. How good is a Volunteered Geographical Information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. *Environ. Plan. B Plan. Des.* 37, 682–703, 2010.

HAKLAY, M.; BASIOUKA, S.; ANTONIOU, V.; ATHER, A. How Many Volunteers Does It Take To Map An Area Well? The validity of Linus' law to Volunteered Geographic Information, *The Cartographic Journal* Vol. 47 No. 4 pp. 315–322, 2010.

HAKLAY, M.; SINGLETON, A.; PARKER, C. Web mapping 2.0: The Neogeography of Geoweb. *Geogr. Compass* 2, 2011–2039, 2008.

HAKLAY, M.; ANTONIOU, V.; BASIOUKA, S.; SODEN, R.; MOONEY, P. Crowdsourced geographic information use in government, Report to GFDRR (World Bank). London, 2014.

HAKLAY, M.; WARDLAW, J.; MAZUMDAR, S. Citizen Science For Observing and Understanding the Earth, 2014.

HASHEMI, P.; ABBASPOUR, R. A. Assessment of Logical Consistency in OpenStreetMap Based on the Spatial Similarity Concept. In: Jokar Arsanjani, J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M., OpenStreetMap in GIScience: experiences, research, applications, ISBN: 978-3-319-14279-1, Springer, Switzerland, 2015.

HECHT, R.; KUNZE, C.; HAHMANN, S. Measuring completeness of building footprints in OpenStreetMap over space and time. *ISPRS Int J Geo-Inf*, 2013.

HEIGIT – Heidelberg Institute For Geoinformation Technology. Disponível em <<https://heigit.org/big-spatial-data-analytics-en/ohsome/>>, consultado no dia 30/06/2019, as 16h: 03 minutos.

HELBICH, M.; AMELUNXEN, C.; NEIS, P. Comparative spatial analysis of positional accuracy of openstreetmap and proprietary geodata. In *Proceedings of the GI Forum 2012: Geovisualization, Society and Learning*, Salzburg, Austria, 2012.

HOGUANE M. A. Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique - Diagnosis of Mozambique Coastal Zone, Universidade Eduardo Mondlane, Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, Chuabo Dembe, P.O.Box 128, Quelimane, Moçambique, 2007.

HOLLOWAY, T.; BOZICEVIC, M.; BORNER, K. Analyzing and visualizing the semantic coverage of Wikipedia and its authors. *Complexity*, 12(3), 30–40, 2007.

HUMANITARIAN OPENSTREETMAP TEAM, campaign filters, Mozambique, 2020. Disponível em <https://www.hotosm.org/where-we-work/mozambique/>. Consultado no dia 10/01/2020, 10:20 horas.

HUMANITARIAN OPENSTREETMAP TEAM, Disaster Activation: Haiti Post-earthquake Response And Recovery 2010-11, disponível em: <https://www.hotosm.org/projects/haiti>, consultado no dia 20/15/2019.

HUMANITARIAN OPENSTREETMAP TEAM. Annual Report, 2018.

HUMANITARIAN OPENSTREETMAP TEAM. Annual Report, 2012.

ISO/TC211. ISO 19157:2013 (E) Geographic Information – Data Quality. Geneva, Switzerland, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DE CALAMIDADES. Divisão Administrativa da Cidade da Beira, arquivos shapfile, 2019. Disponível em: https://data.humdata.org/dataset/mozambique-admin-level-4-beira-and-dondo-neighbourhood-boundaries?force_layout=desktop.

INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DE CALAMIDADES. Avaliação Rápida Multisectorial Pós-ciclone IDAI: 14 Distritos das províncias de Sofala e Manica, Moçambique, 1 – 17 de abril de 2019. Disponível em: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Mozambique_ARM_20190425_final_PT.pdf

JOKSIĆ D.; BAJAT B. Elements of spatial data quality as information technology support for sustainable development planning. SPATIUM n°11, Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, Belgrade, p.77-83, 2004.

JÚNIOR, P. P.; BRAVO, J. V.; DELAZARI, L. S.; SLUTER, C. R., OSM and Official Base Map of Curitiba – Brazil: A study about completeness of streets and roads, 27th International Cartographic Conference, Rio de Janeiro, 2015.

KOUNADI, O. Assessing the Quality of OpenStreetMap Data. MSc Geographical Information Science, University College of London, Department of Civil, Environmental And Geomatic Engineering, London, UK, 2009.

KOUKOLETOS, T.; HAKLAY, M.; ELLUL, C. Assessing Data Completeness of VGI through an Automated Matching Procedure for Linear Data, Blackwell Publishing Ltd, doi: 10.1111/j.1467-9671.2012.01304.x, 2012.

MACHADO, A. A., Integração De Dados Do Mapeamento Colaborativo Com Dados Oficiais Para Geração De Bases Digitais De Referência Em Grandes Escalas, trabalho de qualificação para o título de doutor em ciências geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MAHABIR, R.; STEFANIDIS, A.; CROITORU, A.; CROOKS, A.; AGOURIS, P. Authoritative And Volunteered Geographical Information In A Developing Country: A Comparative Case Study Of Road Datasets In Nairobi, Kenya, Isprs Int. J. Geo-inf. Doi:10.3390/Ijgi6010024. 6, 24, 2017.

MANHIQUE J. A. The South Indian Convergence Zone and Relationship with Rainfall variability in Mozambique, Thesis for the Degree of Doctor, University of Cape Town, South Africa, 2008.

MANGANO, D. The Integrated Data Hub: The Next Generation Data Warehouse. Createspace, S.I. 2013

MINGHINI, M.; ANTONIOU, V.; Fonte, C.; ESTIMA, J.; OLTEANU-RAIMOND, M.; SEE, L.; LAAKSO, M.; SKOPELITI, A.; MOONEY, P.; ARSANJANI, J.; LUPIA, F.; The Relevance of Protocols for VGI Collection. In: Foody, G, See, L, Fritz, S, Mooney, P, Olteanu-Raimond, A-M, Fonte, C C and Antoniou, V. (eds.) Mapping and the Citizen Sensor. Pp. 223–247. London: Ubiquity Press. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbf.j>. 2017.

MINGHINI M.; FRASSINELLI, F. OpenStreetMap history for intrinsic quality assessment: Is OSM up-to-date? *Open Geospatial Data, Software and Standards* 4:9 <https://doi.org/10.1186/s40965-019-0067-x>, 2019.

MINISTÉRIO PARA COORDENAÇÃO DA AÇÃO AMBIENTAL. Plano de ação Nacional de Combate à seca e à desertificação. P. 88, 2002. Retrieved from <http://www.unccd.int/ActionProgrammes/mozambique-other>, 2002.

MINISTÉRIO PARA COORDENAÇÃO DA AÇÃO AMBIENTAL. Avaliação Ambiental Estratégica Para a Área Costeira de Moçambique, 2012.

MORERI, K.; FAIRBAIRN, D.; JAMES, P. Issues in developing a fit for purpose system for incorporating VGI in land administration in Botswana, doi.org/10.1016/j.landusepol, 402 – 411, 2018.

MOONEY, P.; CORCORAN, P.; WINSTANLEY, A. Towards quality metrics for OpenStreetMap. In *Proceedings of the Eighteenth ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, San Jose, California: 514–17, 2010.

MUCHANGOS, A. D. Moçambique Paisagens e Regiões Naturais, República de Moçambique, 01048/FBM/93, Tipografia Globo, Lda, 1999.

NEIS, P.; ZIELSTRA, D.; ZIPF, A. Comparison of volunteered geographic information data contributions and community development for selected world regions. *Future Internet*, 5(2), 282–300, 2013.

NEIS, P.; ZIPF, A. Analyzing the contributor activity of a volunteered geographic information project—The case of OpenStreetMap. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 1(2), 146–165. 2012.

NEIS, P.; ZIELSTRA, D.; ZIPF, A. “The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007–2011”. *Future Internet*, 4: 1-21, 2011.

NICHOLSON, S. E.; KIM, J. The relationship of the El Nino oscillation to African rainfall. *International Journal of Climatology*, v.17, p.117–135, 1997.

OHSOME API. Versão 1.0.0, Heidelberg Institute for Geoinformation Technology, Swegger, 2019. Disponível em: https://api.ohsome.org/v1/swagger-ui.html#/Users/count_2.

O'REILLY, T. What is Web 2.0? Design patterns and business models for the next generation of software. Available online at <http://www.oreillynet.com/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>, 2005.

OLTEANU-RAIMOND, A. M.; LAAKSO, M.; ANTONIOU, V.; FONTE, C. C.; FONSECA, A.; GRUS, M.; HARDING, J.; KELLENBERGER, T.; MINGHINI, M.; SKOPELITI, A. VGI in National Mapping Agencies: Experiences and Recommendations. In: Foody, G, See, L, Fritz, S, Mooney, P, Olteanu-Raimond,

A-M, Fonte, C C and Antoniou, V. (eds.) Mapping and the Citizen Sensor. Pp. 299–326. London: Ubiquity Press, 2017.

OVER, M.; SCHILLING, A.; NEUBAUER, S.; ZIPF, A. Generating web-based 3D City Models from OpenStreetMap: The current situation in Germany. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(6), pp.496-507, 2010.

PARKER, P. A Human Factors Perspective On Volunteered Geographic Information. A Doctoral Thesis, Loughborough University, 2012.

PROJECTO CARTAFRICA. Tratamento documental da cartografia portuguesa de África. Lisboa, jul. 2011.

QUINN, STERLING. Using small cities to understand the crowd behind OpenStreetMap, *GeoJournal* 82:455–473, Springer, DOI 10.1007/s10708-015-9695-6, 2017.

RAIFER, M.; TROILO, R.; KOWATSCH, F.; AUER, M.; LOOS, L.; MARX, S.; PRZYBILL, K.; FENDRICH, S; MOCNIK, F-B.; ZIPF, A. OSHDB: a framework for spatio-temporal analysis of OpenStreetMap history data, *Open Geospatial Data, Software and Standards*, <https://doi.org/10.1186/s40965-019-0061-3>, 2019.

RAYMOND, E. S. The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary. O'Reilly, Beijing, 1999.

REASON, C. J. Tropical cyclone Dera, the unusual 2000/01 tropical cyclone season in the southwest Indian Ocean and associated rainfall anomalies over Southern Africa, DOI 10.1007/s00703-006-0251-2, p, 181 – 188, 2007.

SAETRE, R.; SILVA, R. The marine fish resources of Mozambique. Reports on surveys with R/V Dr. Fritjof Nansen. Serviços de Investigação Pesqueira. Maputo/ Institute of Marine Research, Bergen, 1979.

SANTOS, P.; LIMA, N.; QUEMBO, J. L. WS1.4 Adjustment of the Classical Terrestrial Geodetic Network of Mozambique Tied to ITRF. Promoting Land Administration and Good Governance. 5th FIG Regional Conference Accra, Ghana, March 8-11, 2006.

SANTOS, P. C. Cem anos de Geodésia em Moçambique: da Missão Geodésica da África Oriental ao Protocolo de cooperação luso-moçambicano. Atas do Congresso Internacional Saber Tropical em Moçambique: História, Memória e Ciência, IICT- JBT, Jardim Botânico Tropical Lisboa, 24 - 26 Outubro de 2012.

SCHOLZ, S.; KNIGHT, P.; ECKLE, M.; MARX, S.; ZIPF, A. Volunteered Geographic Information for Disaster Risk Reduction—The Missing Maps Approach and Its Potential within the Red Cross and Red Crescent Movement, *Remote Sensing*, 10, 1239, doi:10.3390/rs10081239, 2018.

SEE, L.; MOONEY, P.; FOODY, G.; BASTIN, L.; COMBER, A.; ESTIMA, J.; FRITZ, S.; KERLE, N.; JIANG, B.; LAAKSO, M.; LIU, H.; MILCINSKI, G.; NIKSIC,

M.; PAINHO, M.; PODOR, A.; OLTEANU-RAIMOND, A.; RUTZINGER, M. Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The current state of Crowdsourced Geographic Information. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 5, n. 55, pp. 1-23, 2016.

SENARATNE, HANSI; MOBASHERI, AMIN; LOAI, A. ALI; CAPINERI, CRISTINA; HAKLAY, MORDECHAI. A review of volunteered geographic information quality assessment methods, *International Journal of Geographical Information Science*, 31:1, 139-167, DOI: 10.1080/13658816.2016.1189556, 2017.

SLUTER, C.R.; CAMBOIM, S. P. The National Topographic Mapping as an Indispensable Database for a Brazilian National Spatial Data Infrastructure (NSDI). *Proceedings of the 24th International Cartographic Conference*, Santiago de Chile, 15-21, 2009.

SLUTER, C.R.; CAMBOIM, S. P.; IESCHECK, A. L.; PEREIRA, L. B.; CASTRO, M. C.; YAMADA, M. M.; ARAUJO, V. S. A PROPOSAL OF TOPOGRAPHIC MAP SYMBOLS FOR LARGE-SCALE MAPS OF URBAN AREAS IN BRAZIL. *Cartographic Journal*, 2018.

STRANO, E.; NICOSIA, V.; LATORA, V.; Porta, S.; Barthelemy, M. Elementary processes governing the evolution of road networks. *Scientific Reports* 2, 296, 2012.

TIAN, Y. J; ZHOU, QI; FU, XIAOLIN. An Analysis of the Evolution, Completeness and Spatial Patterns of OpenStreetMap Building Data in China, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 8, 35; doi:10.3390/ijgi8010035, 2019.

TÖRNROS, T., et al. Uncertainties of completeness measures in OpenStreetMap—A case study for buildings in a medium-sized German city. In: A.-M. Olteanu-Raimond, C. de-Runz, and R. Devillers, eds. *ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, 28 September–03 October 2015. La Grande Motte, France. doi:10.5194/isprsannals-II-3-W5-353-2015.

TOUYA, G.; ANTONIOU, V.; CHRISTOPHE, S.; SKOPELITI, A. Production of Topographic Maps with VGI: Quality Management and Automation. In: FOODY, G.; Linda SEE, I.; FRITZ, S.; MOONEY, P.; OLTEANU-RAIMOND, A.-M.; FONTE, C.C.; ANTONIOU, V. (Ed.). *Mapping and the Citizen Sensor*. Ubiquity Press Ltd., London,. p. 61-92. ISBN 978-1-911529-16-3, 2017.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, HUMAN DEVELOPMENT INDICES AND INDICATORS, 2018 Statistical Update, New York, USA, 2018.

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE. Departamento de História. História de Moçambique: Primeiras Sociedades Sedentárias e Impacto dos Mercadores (200/300 – 1886). Volume I. Maputo, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE), Divulgação dos Resultados Definitivos IV Recenseamento Geral da População e Habitação 2017, Maputo, 2019.

VANDECASTEELE, A.; DEVILLERS, R. Improving Volunteered Geographic Data Quality Using Semantic Similarity Measurements, 8th International Symposium on Spatial Data Quality, Hong Kong, 2013.

VAN EXEL, M.; DIAS, E.; FRUIJTIER, S. The impact of crowdsourcing on spatial data quality indicators. In: Proceedings of GiScience 2010, Zurich, Switzerland, 2010.

WEST, A. G.; CHANG, J.; VENKATASUBRAMANIAN, K. K.; LEE, I. Trust in collaborative web applications. Future Generation Computer Systems, vol. 28,. pp. 1238-1251, 2012.

WEIMER, B.; CARRILHO, J. A Economia Política da Descentralização em Moçambique. Dinâmicas, Efeitos, Desafios, Instituto de Estudos Sociais e Econômicos, ISBN: 978-989-8464-41-5, 2017.

WIKI OSM (WIKI OPEN STREET MAP). Disponível em: <<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/>>. Acesso realizado em 05 de Maio de 2019.

WIKI OSM (WIKI OPEN STREET MAP). Elements. Disponível em: <<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Elements>>. Acesso realizado em 2 de Maio de 2019.

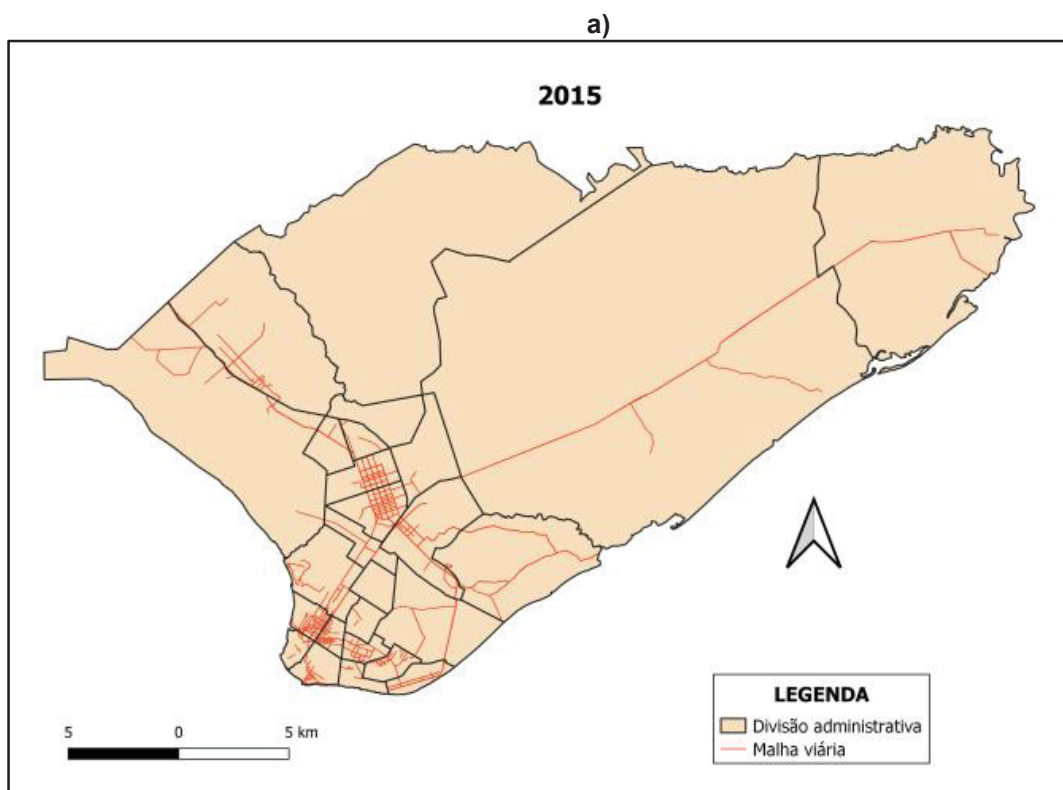
ZHOU, QI. Exploring the relationship between density and completeness of urban building data in OpenStreetMap for quality estimation, International Journal of Geographical Information Science, 32:2, 257-281, DOI: 10.1080/13658816.2017.1395883, 2018.

ZIELSTRA, D.; HOCHMAIR, H. H. Positional accuracy analysis of Flickr and Panoramio images for selected world regions. Journal of Spatial Science, 58(2): pp. 251-273, 2013.

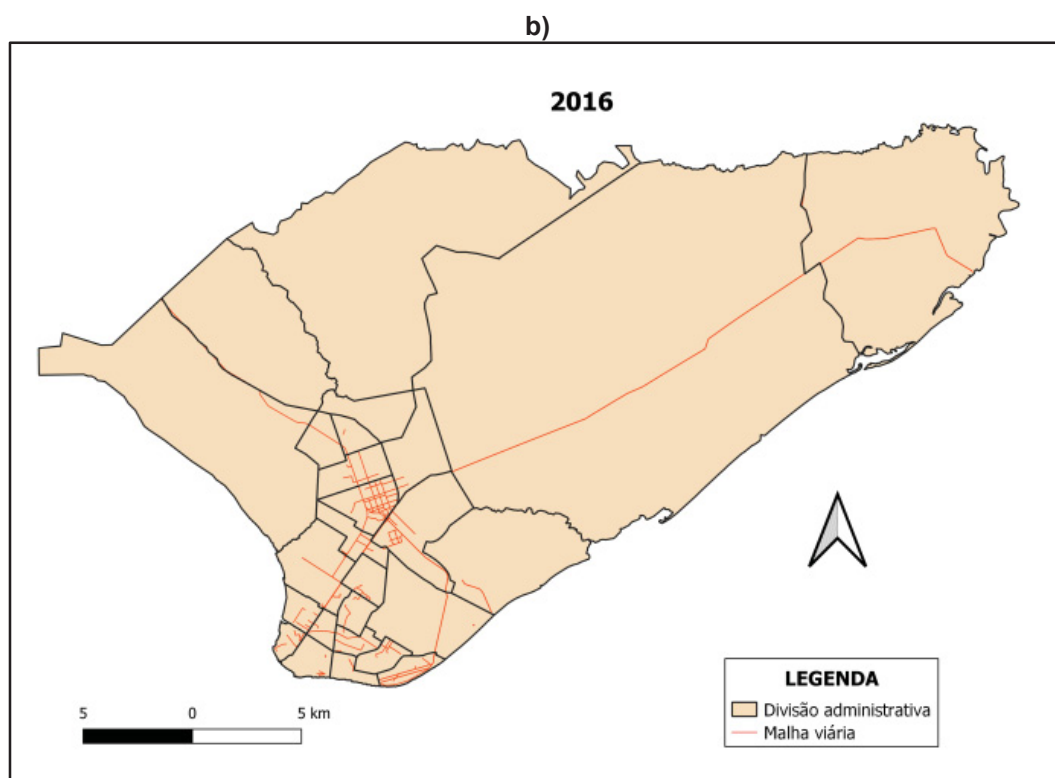
ZIPF, A.; ZIELSTRA, D. Comparative Study of Proprietary Geodata and Volunteered Geographic Information for Germany, Researchgate, 2010.

APÊNDICE 1 – REDE VIÁRIA OSM

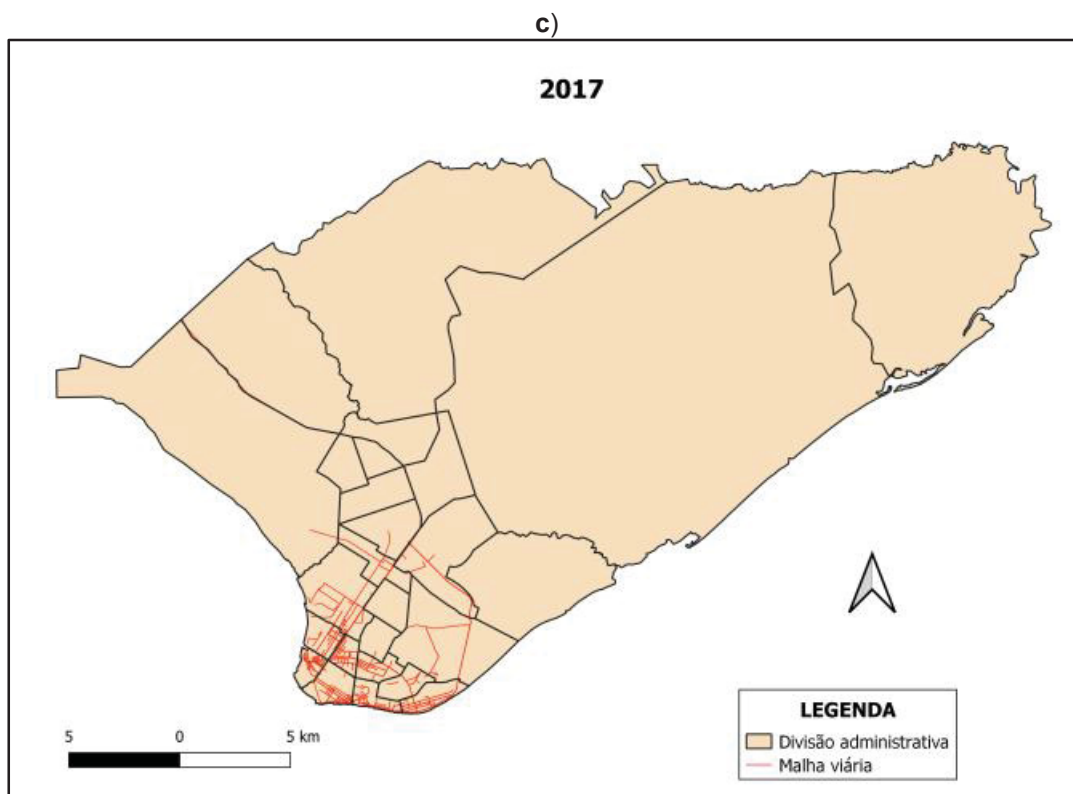
FIGURA 24 - EVOLUÇÃO DA REDE VIÁRIA OSM NA CIDADE DA BEIRA (MAPA a, b, c, d, e)



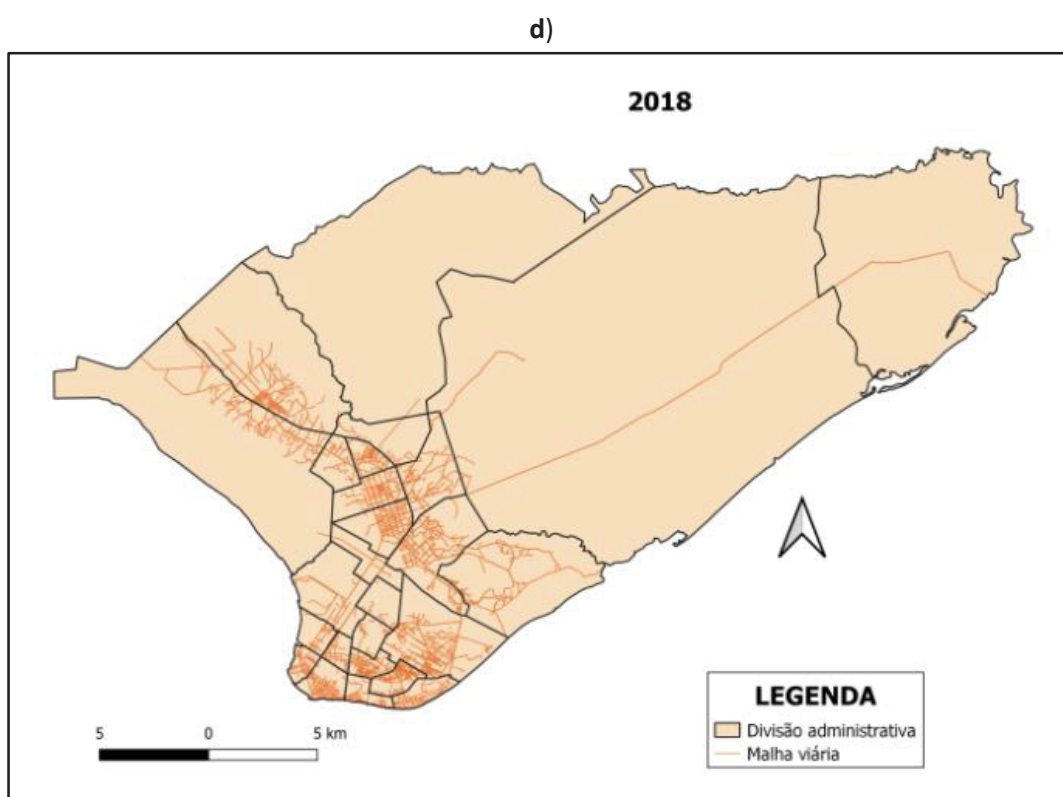
FONTE: Autor (2019).



FONTE: Autor (2019).

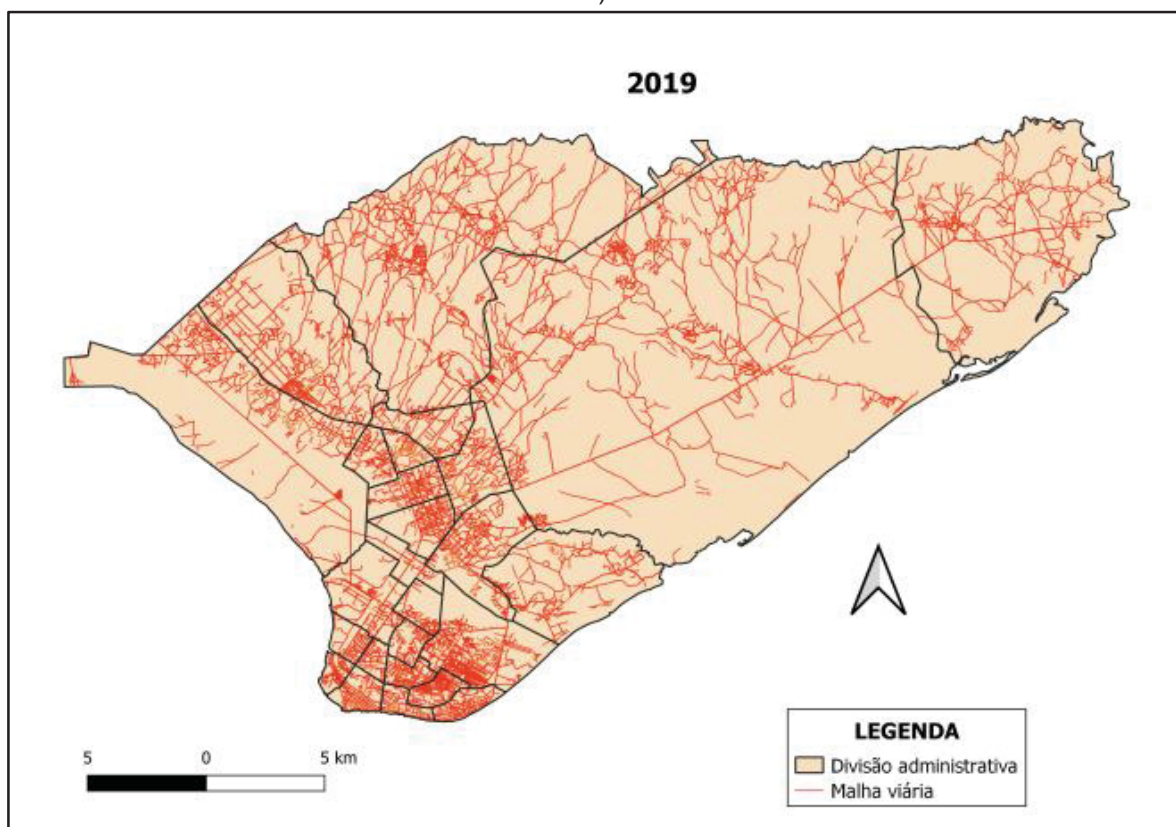


FONTE: Autor (2019).



FONTE: Autor (2019).

e)



FONTE: Autor (2019).

APÊNDICE 2 – ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL

FIGURA 25 - ORGANOGRAMA DA DINAGECA



FONTE: Dinageca & Jica (2000).